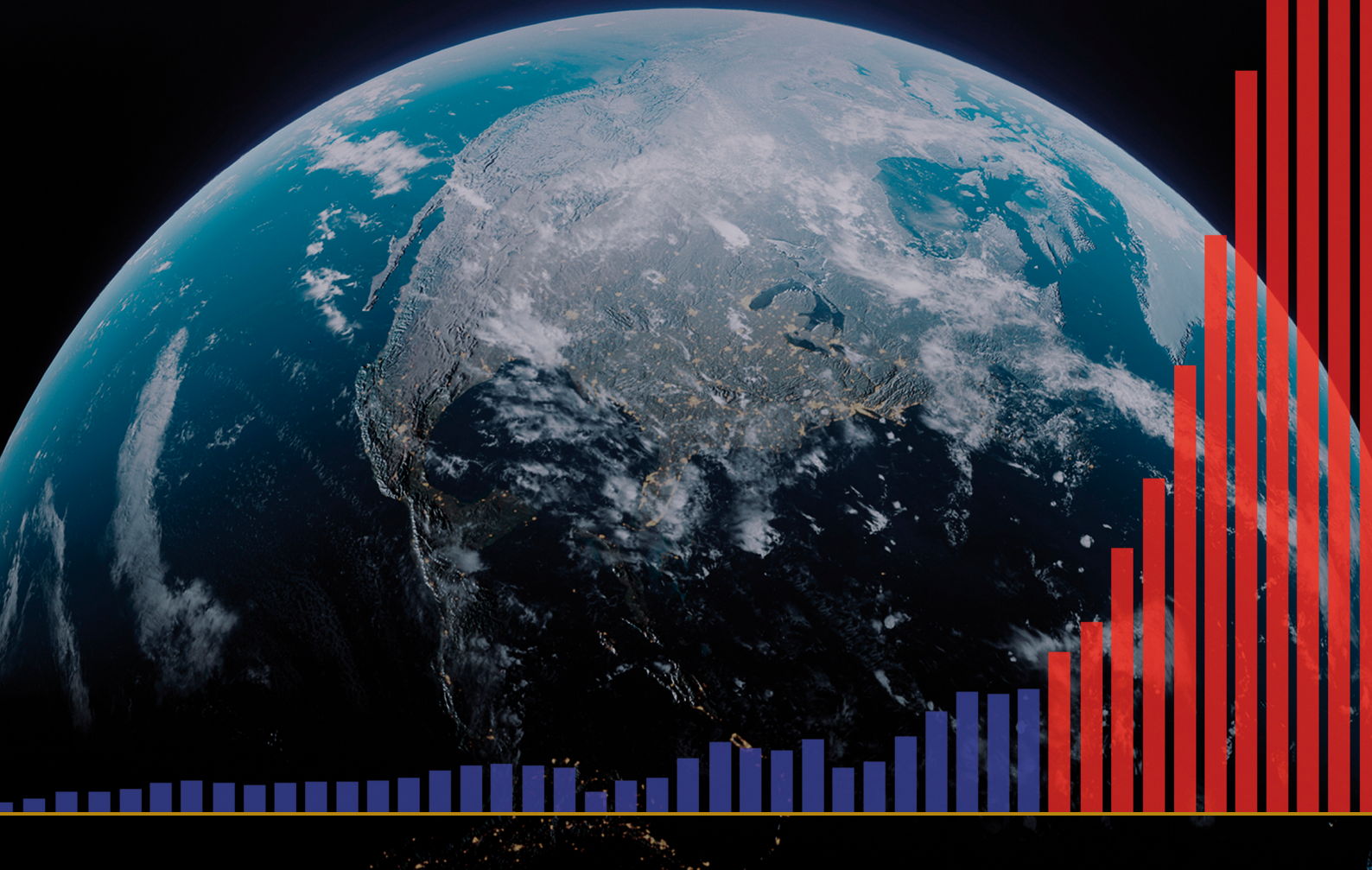


ПРО ПРОГРЕСІЮ

КЛІМАТИЧНИХ КАТАКЛІЗМІВ
НА ЗЕМЛІ ТА ЇХНІ КАТАСТРОФІЧНІ
НАСЛІДКИ



ПРО ПРОГРЕСІЮ

КЛІМАТИЧНИХ КАТАКЛІЗМІВ НА ЗЕМЛІ
ТА ЇХНІ КАТАСТРОФІЧНІ НАСЛІДКИ

Доповідь

ЗМІСТ

Частина 1. Експоненціальне зростання природних катаклізмів	4
Зростання сейсмічної активності.....	5
Зростання глибокофокусних землетрусів.....	10
Активізація вулканів.....	12
Інтенсифікація ураганів, штормів і торнадо.....	20
Збільшення кількості повеней і посух.....	25
Збільшення кількості пожеж.....	27
Нагрів Світового океану.....	30
Аномальне танення льодовиків Антарктиди і Гренландії.....	35
Нагрівання нижніх шарів атмосфери.....	42
Зміни верхніх шарів атмосфери.....	44
Частина 2. Причини глобальної катастрофи	46
Зміни планетарного масштабу 1995 року.....	48
Стрибок ядра Землі 1998 року.....	52
Взаємозв'язки геодинамічних і кліматичних процесів.....	55
Зміни на інших планетах Сонячної системи.....	57
Астрономічні процеси та їх циклічність.....	68
Аномальне нагрів Сибіру.....	71
Поточний цикл планети Земля.....	73
Тектонофізичне та математичне моделювання прогнозованої точки неповернення у 2036 році.....	77
Частина 3. Рішення можливе	80
Відновлення океану.....	81
Висновки	84
Додаток 1	85
Джерела	87

Частина 1

ЕКСПОНЕНЦІАЛЬНЕ ЗРОСТАННЯ ПРИРОДНИХ КАТАКЛІЗМІВ

Згідно з останніми науковими дослідженнями, існує ймовірність, що до 2036 року життєздатність біосфери Землі може бути під загрозою. Це припущення ґрунтується на суворих математичних моделях і фактичних даних, які вказують на можливий критичний стан планети. Важливу роль у зміні клімату відіграє антропогенний фактор — діяльність людини, що призводить до збільшення концентрації парникових газів в атмосфері. Окрім антропогенного впливу, існують й інші, часто недооцінені чинники, що мають значний вплив на кліматичні зміни. До них належать природні геодинамічні цикли, а також астрономічні процеси, включно із сонячною активністю і земними орбітальними змінами. Ці фактори відіграють ключову роль у довгострокових кліматичних циклах і можуть посилювати або послаблювати антропогенний вплив на кліматичну систему Землі.

Останніми роками спостерігається стрімке збільшення кількості кліматичних катастроф на планеті. Їхня динаміка характеризується експоненціальним зростанням. Катаклізми відбуваються раптово, і там, де раніше їх не спостерігали, при цьому завдаючи величезних збитків і людських втрат. У минулому спостерігалися кліматичні

та геофізичні катастрофи більшого масштабу, ніж за останні десять років, проте ці явища були поодинокими подіями. Нині природні катаклізми мають стійкий тренд зростання, синхронний характер і географію, що розширюється.

У цій доповіді надано аналіз прогресії збільшення кліматичних і геодинамічних змін на Землі за останні 30 років, а також їхній взаємозв'язок із додатковими антропогенними факторами, що значно погіршують кліматичну ситуацію на планеті. Також у доповіді надано прогноз експоненціального зростання катаклізмів, що вказує на високу вразливість Російської Федерації, Сполучених Штатів Америки і всього світу перед зростаючою кількістю та силою екстремальних природних катастроф. Увесь поданий аналіз ґрунтується на відкритих наукових даних.

Перш ніж перейти до детального розгляду нових антропогенних чинників, необхідно провести ретельне дослідження геодинамічних змін, що зачіпають літосферу, гідросферу, атмосферу і магнітосферу нашої планети. Такий підхід дозволить не тільки показати загальну картину поточних кліматичних змін, а й точно визначити, яким чином людська діяльність впливає на ці складні та взаємопов'язані процеси.

Зростання сейсмічної активності

На Землі відбувається аномальне зростання сейсмічної активності: зростають магнітуда, кількість та енергія землетрусів. Ця тенденція помітна як на континентах, так і на океанічному дні.

Згідно з даними Міжнародного сейсмологічного центру ISC, з 1990 р. спостерігається стабільне зростання енергії землетрусів по всій планеті (Рис.1).

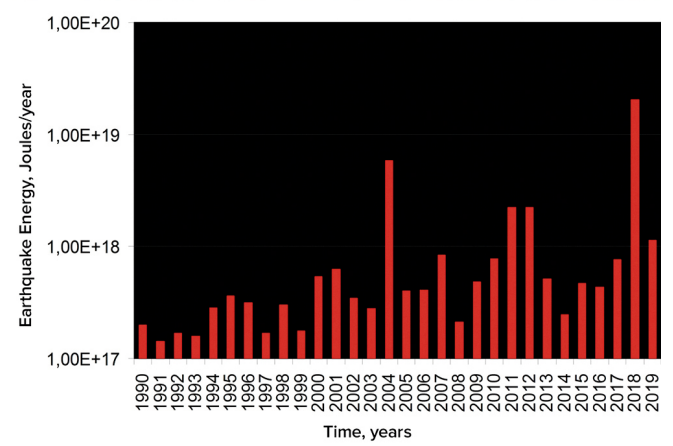
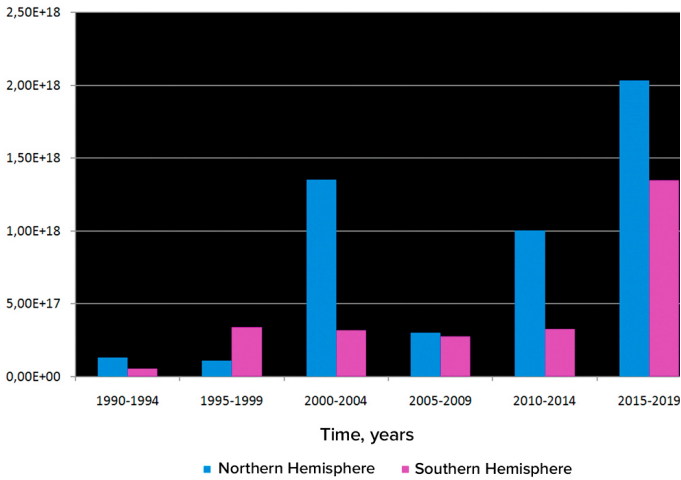


Рис. 1

Наведено графіки енергії землетрусів з 1990 по 2019 рр., за даними ISC, автор графіків – доктор географічних наук, професор географічного факультету МДУ імені М. Ю. Ломоносова О. Ю. Ретеюм, 2020 р.

Джерело графіків: : <https://regnum.ru/article/3101660>, <https://regnum.ru/article/2913426> (дата доступу: 01.02.2024)

Професор університету Меріленд Артур Вітеріто встановив зростання кількості землетрусів на дні океану по Серединно-океанічних хребтах з 1995 року¹ (Рис. 2). Більше того, з коефіцієнтом кореляції 0,7 цей графік відповідає зростанню глобальних температур, з відставанням температури на два роки.

Сейсмічна і вулканічна активність уздовж Серединно-океанічних хребтів призводить до збільшення темпів гідротермальних викидів і нагрівання вод, що своєю чергою призводить до викидів парникових газів і до нагрівання атмосфери.

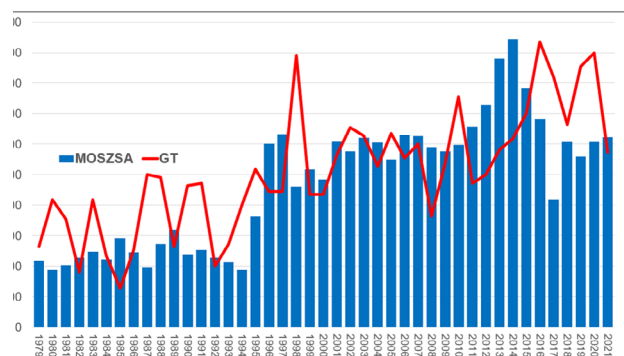
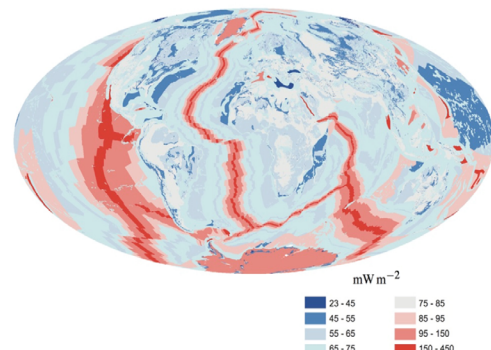


Рис. 2

Однчасне зростання числа землетрусів із магнітудами 4,0–6,0 на дні океану і глобальних температур атмосфери. Viterito, A. (2022) 1995: An Important Inflection Point in Recent Geophysical History. International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>

На карті відображено геотермальний нагрів серединно-океанічних хребтів, Davies & Davies, 2010.



¹Viterito, A. (2022). 1995: An important inflection point in recent geophysical history. International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>

У сучасний період порівняно з історичними даними спостерігається безпрецедентне експоненціальне збільшення частоти значних землетрусів. Аналіз даних USGS показує, що до 2000-х років відбувалося

лише 1-2 значні землетруси магнітудою 6,0 і вище, тоді як сьогодні їхня кількість зросла у 8 разів (Рис. 3).

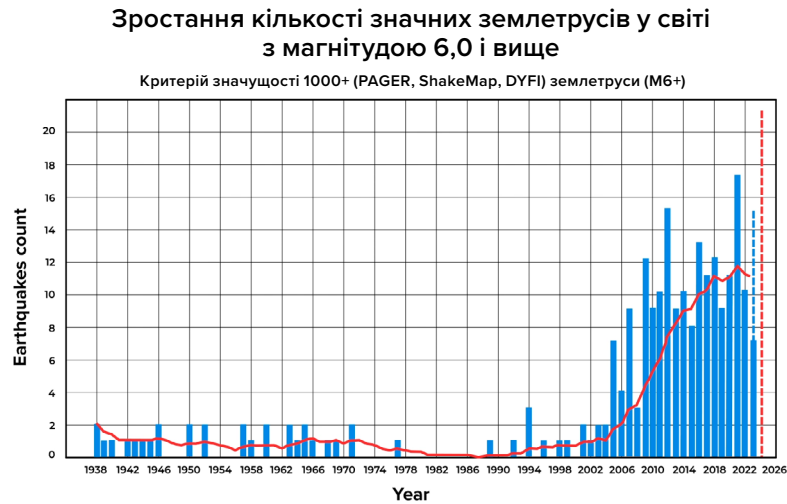


Рис. 3

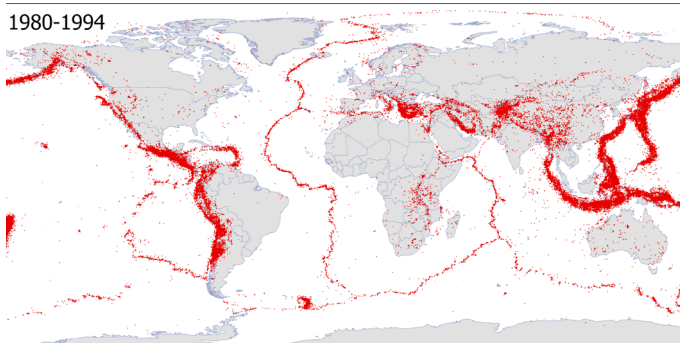
Кількість значних землетрусів у світі магнітудою 6,0 і вище. Відбір землетрусів проведено за критерієм значущості 1 000+, що враховує магнітуду, інтенсивність, відчутність і збитки, щоб виявити події з серйозними наслідками, виключивши дрібні та незначні випадки.

Джерело даних: Американська геологічна служба (USGS).

Збільшується кількість землетрусів у регіонах, які раніше не характеризувалися високою сейсмічною активністю. Наведені на Рис. 4 карти наочно демонструють розширення географічного охоплення

сейсмоподій: тепер вони поширюються вшир від кордонів літосферних плит, виникають усередині стійких платформ.

Землетруси M4,0+ в світі у період 1980–1994 рр.



Землетруси M4,0+ в світі у період 2009–2023 рр.

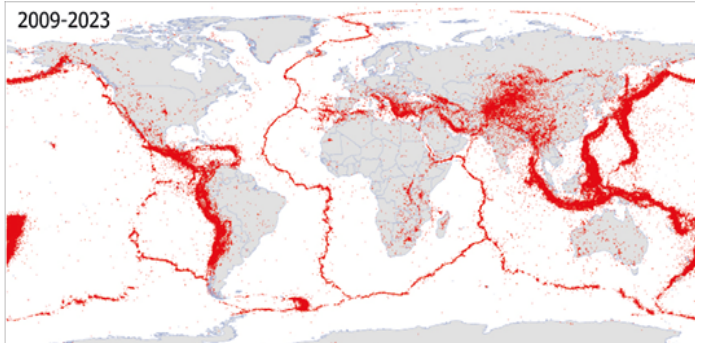


Рис. 4

На карті відображено всі землетруси магнітудою 4,0 і вище за два однакових періоди часу: 1980–1994 рр. і 2009–2023 рр. Карті побудовані з урахуванням усіх унікальних землетрусів, що занесені до сейсмічних баз IRIS, ISC, USGS, EMCS, VolcanoDiscovery.

Існує думка, що збільшення кількості землетрусів пов'язане з розширенням мережі сейсмодатчиків, а не зі збільшенням кількості самих подій. З плином часу кількість і чутливість сейсмічних датчиків дійсно збільшувалися. Однак це призвело лише до того, що більш детально стали реєструватися землетруси малої магнітуди, які раніше залишалися непоміченими. Насправді вже

з 1970-х років було встановлено достатню кількість сейсмодатчиків для реєстрації всіх землетрусів магнітудою 4,0 і вище (Рис. 5). Тому спостережуваний тренд зростання кількості землетрусів з 1995 року не пов'язаний з поліпшенням технологій, а відображає реальні зміни: за останні 25 років сейсмічна активність значно зросла і продовжує зростати.

Графік щільності сейсмічних подій залежно від магнітуди у світі

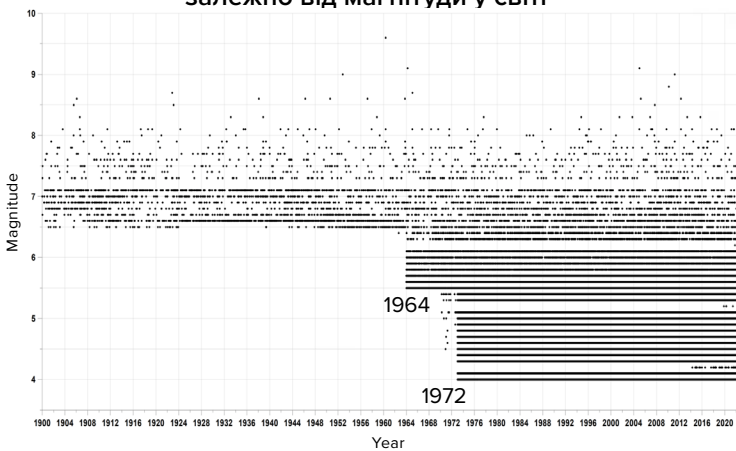


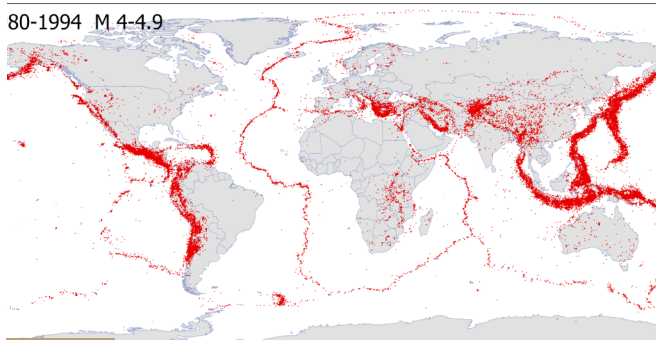
Рис. 5

На графіку чорними крапками відображені землетруси різної сили в різні роки. До 1964 року фіксувалися тільки землетруси магнітудою від 6,5 і вище. З 1964-го (зі встановленням більш чутливих датчиків) — від 5,5 і вище. З 1972-го — від 4,0 і вище, незалежно від місця розташування.

Мапа на Рис. 6 демонструє просторовий розподіл землетрусів магнітудою 4,0–4,9, що сталися в різних регіонах Землі. Мапи побудовані з урахуванням усіх унікальних землетрусів, занесених до сейсмічних баз IRIS, ISC, USGS, EMCS, VolcanoDiscovery. На мапі видно, що сейсмічні події магнітудою від 4,0 до 4,9 реєструвалися по всій планеті

вже до 1995 року, що свідчить про наявність сейсмодатчиків у цих зонах. З 1995 року спостерігається збільшення кількості та площі областей із високою сейсмічною активністю, а також поява нових регіонів із великою кількістю землетрусів.

Землетруси M4,0–4,9 в світі у період 1980–1994 рр.



Землетруси M4,0–4,9 в світі у період 2009–2023 рр.

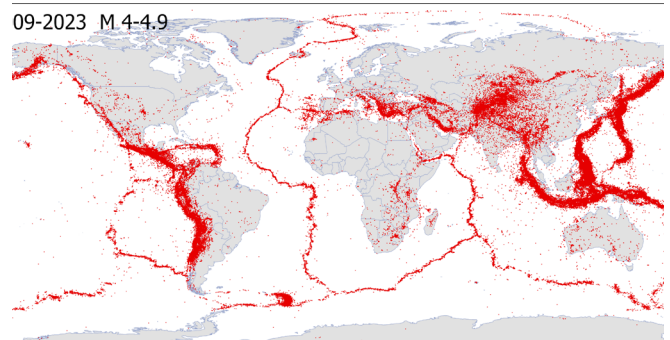


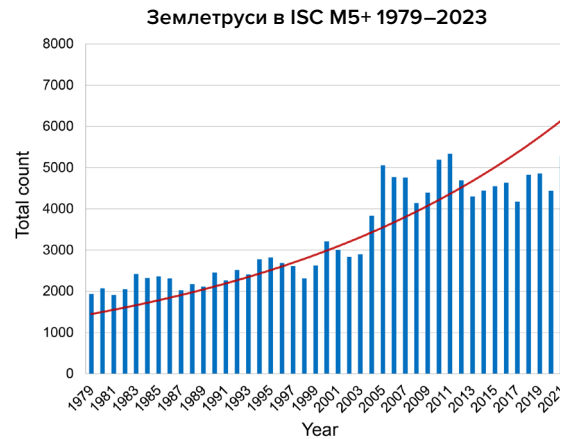
Рис. 6

Землетруси M4,0–4,9 в світі у періоди 1980–1994 рр. і 2009–2023 рр. Карти побудовані з урахуванням усіх унікальних землетрусів, що занесені до сейсмічних баз IRIS, ISC, USGS, EMCS, VolcanoDiscovery.

Зростання землетрусів магнітудою 5,0 і вище також відображає й графік кількості сейсмоподій за даними Міжнародного сейсмологічного центру (Рис. 7).

Рис. 7

Землетруси магнітудою 5,0 і вище згідно з базою даних ISC. Наочно видно зростання кількості землетрусів у 1995 році.



Згідно з базою даних VolcanoDiscovery (<https://www.volcanodiscovery.com>), у 1980-х роках відбувалося по 10 000 землетрусів на рік магнітудою 3,0 і вище, а з 2021 року відбувається понад 60 000 землетрусів на рік (Рис. 8). Важливо зазначити, що в цій базі даних присутній великий набір сейсмічних подій, який відсутній в інших базах даних.

Зростання кількості землетрусів малої магнітуди свідчить про те, що незабаром зростатиме кількість землетрусів

високої магнітуди, з огляду на закон Гутенберга-Ріхтера, який виражає логарифмічну залежність між кількістю землетрусів та їхньою магнітудою. Якщо зростає кількість землетрусів малої магнітуди, то і кількість землетрусів великої магнітуди буде збільшуватися.

Землетруси магнітудою M3–M9 в світі за період 1979–2023 рр.

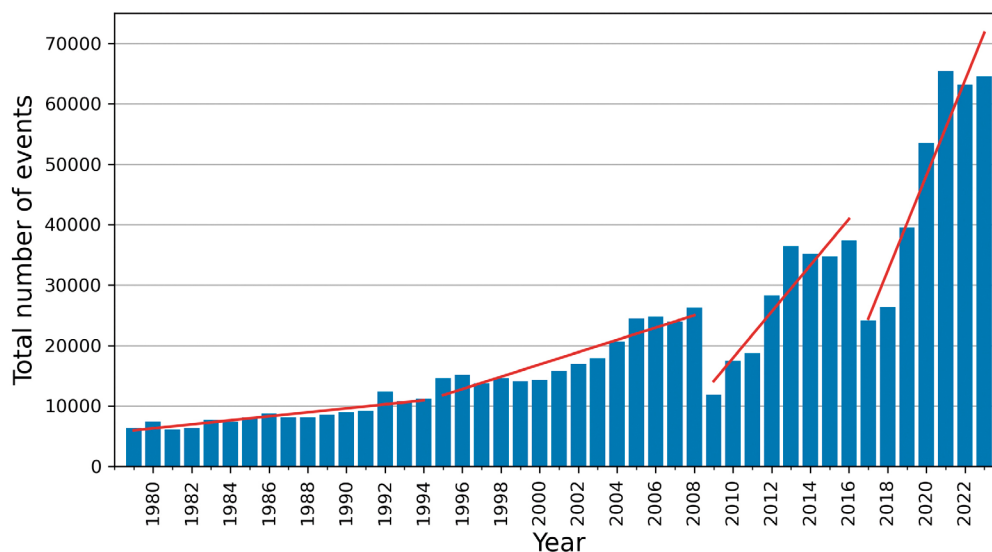


Рис. 8

Графік зростання числа землетрусів магнітудою 3,0 і більше по всьому світу, побудований за даними сейсмологічної бази VolcanoDiscovery. Графік демонструє експоненціальний тренд.

Необхідно зауважити, що жодна зі світових сейсмічних баз не може дати повного і точного уявлення про сейсмічну активність у світі через відмінності в технічних, наукових і практичних аспектах їхньої роботи. На Рис. 9 представлено графік числа землетрусів магнітудою 3,0 і більше, що зареєстровані різними міжнародними сейсмологічними службами світу з 1979 року.

Якщо порівняти всі представлені в сейсмічних базах події, то можна виявити, що з 2014 року набори сейсмоподій почали відрізнятися у світових базах не тільки за

кількістю (Рис. 9), а й за унікальністю (Рис. 10). Тобто з'явилися події, які містяться в одній базі або в кількох базах, але відсутні в інших. Хоча набори даних щодо землетрусів мають відображати одну й ту ж реальність.

Для отримання більш повної та об'єктивної картини сейсмічної активності у світі необхідно порівнювати та узгоджувати дані з різних джерел, з огляду на їхні особливості та обмеження.

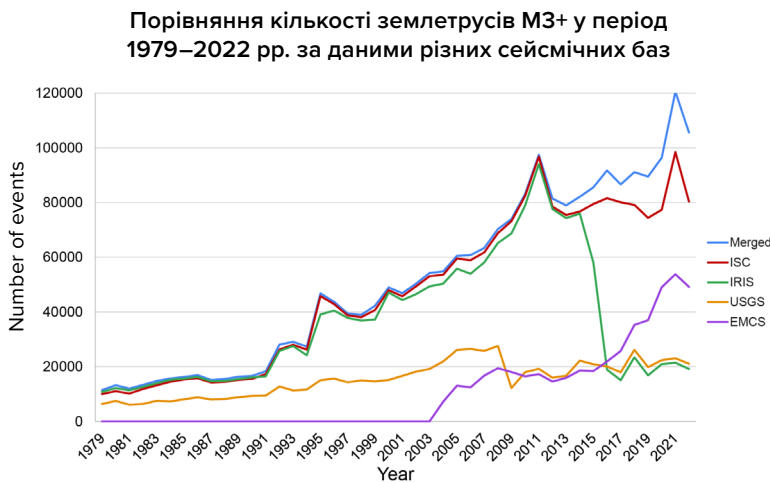


Рис. 9

Графік числа землетрусів магнітудою 3,0 і більше, що зареєстровані різними міжнародними сейсмологічними службами за певний період часу. Синя крива — унікальні події, зібрані з усіх баз даних. Методика відбору наведена в Додатку 1.

Число унікальних сейсмічних подій M3+ за 1979–2023 рр., що наявні тільки в зазначених сейсмологічних службах

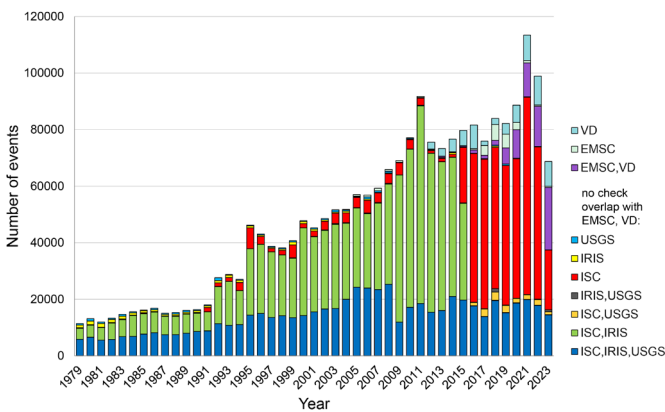
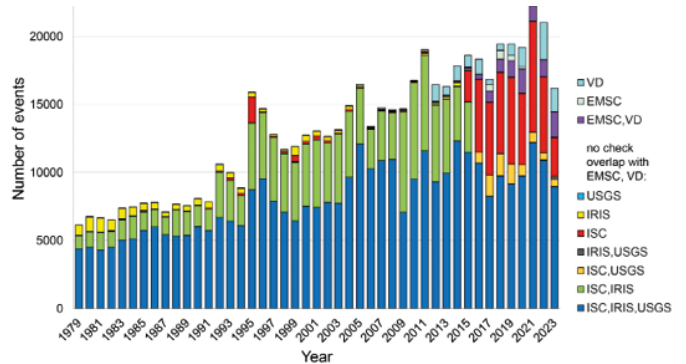


Рис. 10

Графіки числа унікальних сейсмічних подій магнітудою 3,0 і більше (ліворуч) і магнітудою 4,0 і більше (праворуч) у період із 1979 до 2023 року, які одночасно наявні тільки в зазначених сейсмологічних службах.

Число унікальних сейсмічних подій M4+ за 1979–2023 рр., що наявні тільки в зазначених сейсмологічних службах



Зростання глибокофокусних землетрусів

Глибокофокусні землетруси — це сейсмічні події, що відбуваються на глибинах, які перевищують 300 км і сягають у деяких випадках до 750 км під землею поверхнею. Глибокофокусні землетруси відбуваються в умовах високого тиску і температури, де очікується, що речовина мантії деформуватиметься пластично, а не крихко, і тому не повинна генерувати землетруси. Проте такі події регулярно реєструються, і механізми їхнього виникнення залишаються предметом наукових дискусій.

Наразі зростання землетрусів викликане не просто напругою в земній корі, а зростанням загальнопланетарної магматичної активності глибоко в надрах нашої планети. На це вказує експоненціальний тренд наростання глибокофокусних землетрусів (Рис. 11–12). Графік показує експоненціальну прогресію зростання кількості землетрусів на глибинах понад 300 км, у верхній мантії Землі. Істотний стрибок спостерігається 1995 року, як і стрибки багатьох інших геодинамічних аномалій.

Глибокофокусні землетруси M1+ у світі в період 1970–2023 рр.

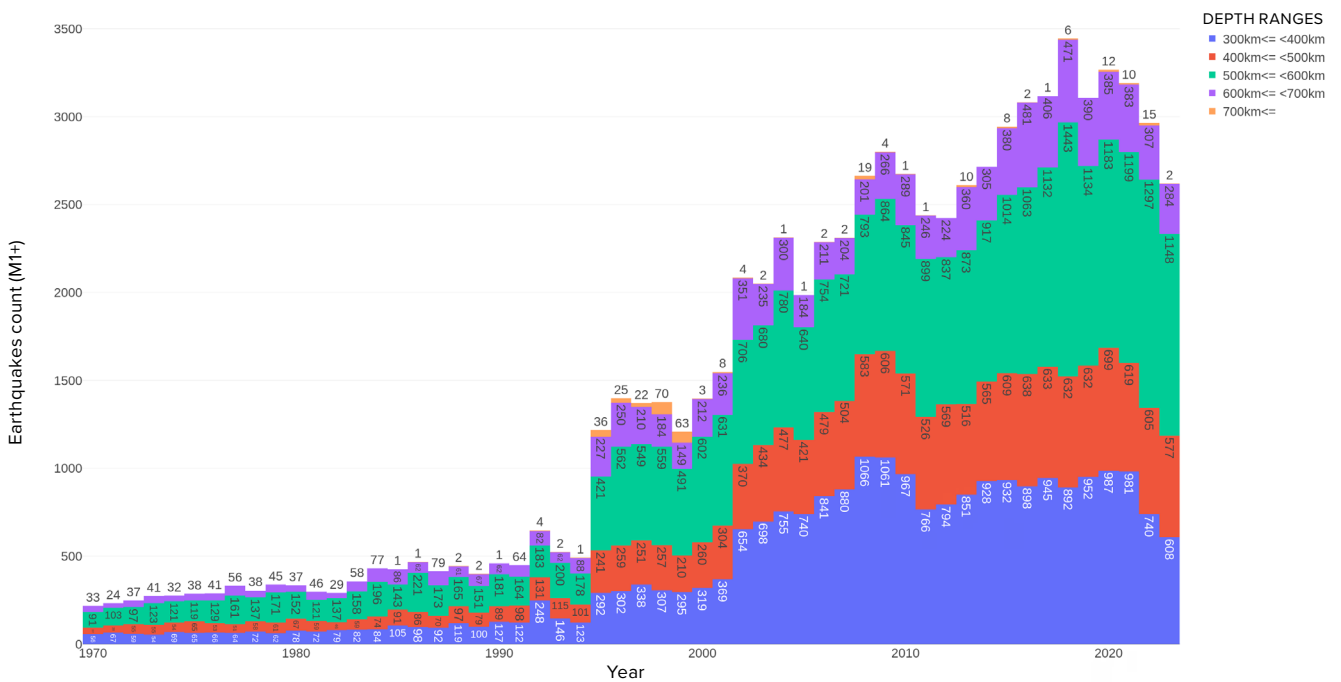


Рис. 11

Експоненціальне зростання кількості глибокофокусних землетрусів магнітудою 1,0 і вище на планеті з 1970 року. База даних ISC.

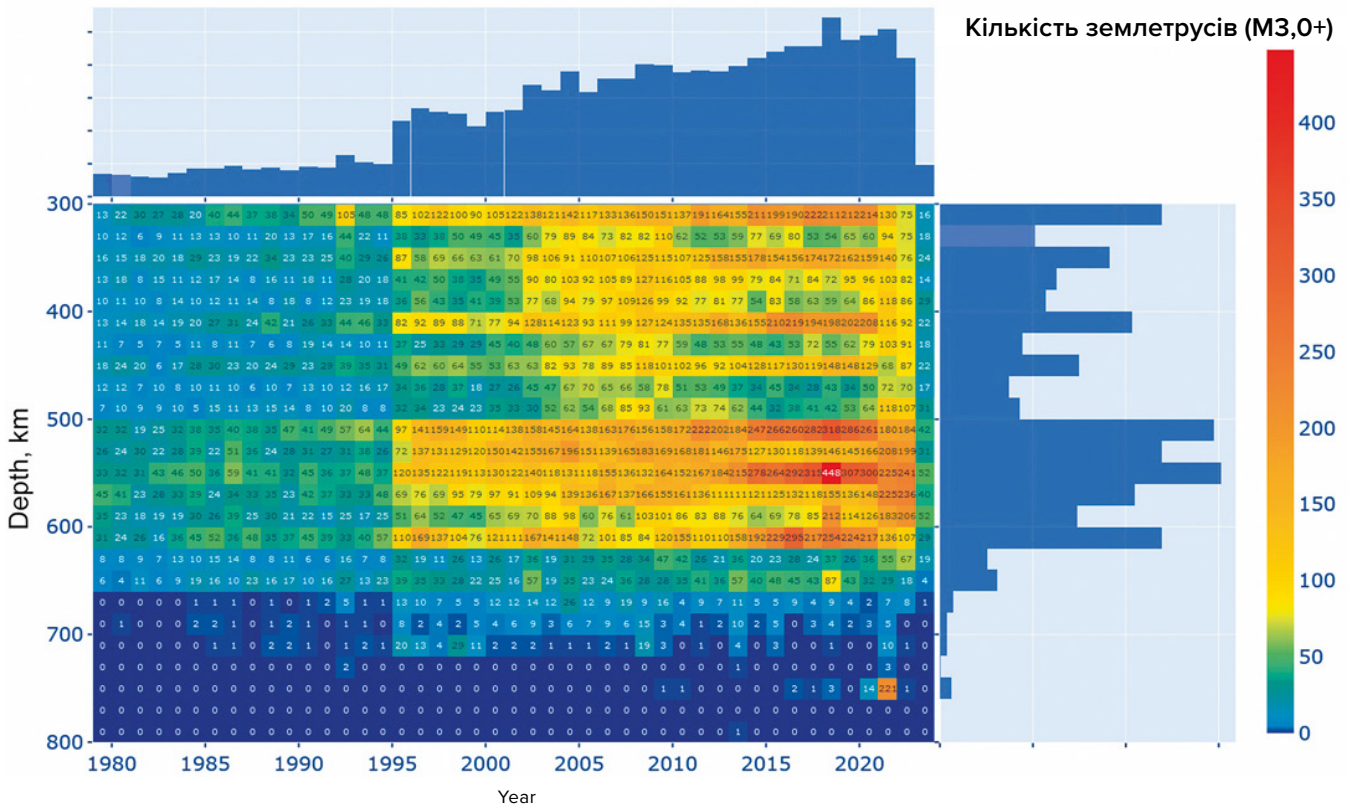


Рис. 12

Теплова карта глибокофокусних землетрусів магнітудою 3,0 і вище. За вертикальною шкалою — глибини гіпоцентрів, за горизонтальною — роки. База даних ISC. У 1995 році спостерігається стрибок кількості подій. Найбільша кількість глибокофокусних землетрусів відбувається в інтервалі глибин 500–600 км.

Згідно з описуваною у цій доповіді моделлю, глибокофокусні землетруси являють собою вибухи, що еквівалентні потужності величезної кількості атомних бомб, які одночасно вибухнули глибоко в мантії Землі. Експоненціальне зростання кількості глибокофокусних землетрусів свідчить про екстраординарну магматичну

активність нашої планети. Особливу стурбованість зростанням сейсмічної активності в мантії викликає той факт, що глибокофокусні землетруси часто є тригерами сильних землетрусів у земній корі².

² Михайлова Р. С. Сильні землетруси в мантії та їхній вплив у ближній і дальній зоні. Геофізична служба РАН, 2014 р. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

Михайлова Р. С., Улубієва Т. Р., Петрова Н. В. Гіндукуський землетрус 26 жовтня 2015 р. з Mw=7.5, 10⁷: попередня сейсмічність і афтершокова послідовність // Землетруси Північної Європи. — 2021. — Вип. 24 (2015). — С. 324-339. DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.31

Активізація вулканів

Багато великих міст розташовуються поблизу або просто у вулканічних кальдерах. Наприклад, місто Кагосіма в Японії розташоване в кальдері Айра, Неаполь і Поццуолі розташовані в безпосередній близькості до кальдери Кампі Флегрей в Італії. А на території Німеччини є величезний супервулкан Лаах, який останніми роками почав подавати ознаки активності.

Причиною змін, що відбуваються протягом

останніх десятиліть у надрах, є посилення магматичної активності, і це підтверджує зростання кількості землетрусів у районі вулканів і супервулканів, наприклад, Кампі Флегрей в Італії (Рис. 13), Таупо в Новій Зеландії (Рис. 14), Єллоустоун у США (Рис. 15), Мауна-Лоа на Гавайях (Рис. 16), Трайидент на Алясці (Рис. 17), вулкан Сакурадзіма в кальдері супервулкану Айра, в Японії (Рис. 18).



Рис. 13

Тренд частоти виникнення сейсмічних подій з 2005 року. Бюлетень спостереження Кампі Флегрей Везувіанської обсерваторії INGV за квітень 2023 року. <https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/>

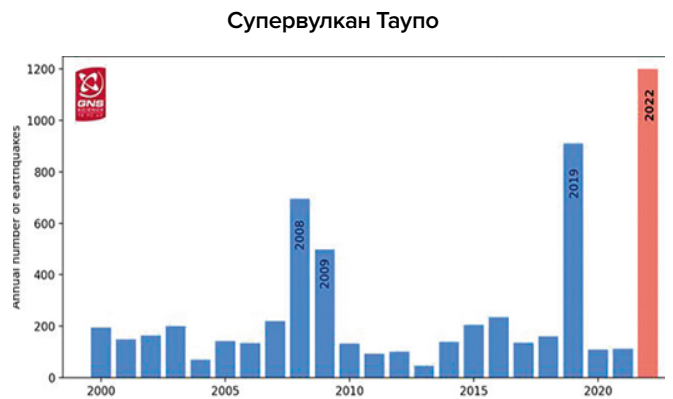


Рис. 14

Щорічна кількість землетрусів у районі супервулкану Таупо. Джерело: Бюлетень Вулканічної Активності GeoNet <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnIaYDG0LYSgl> (дата доступу 14.02.2024)

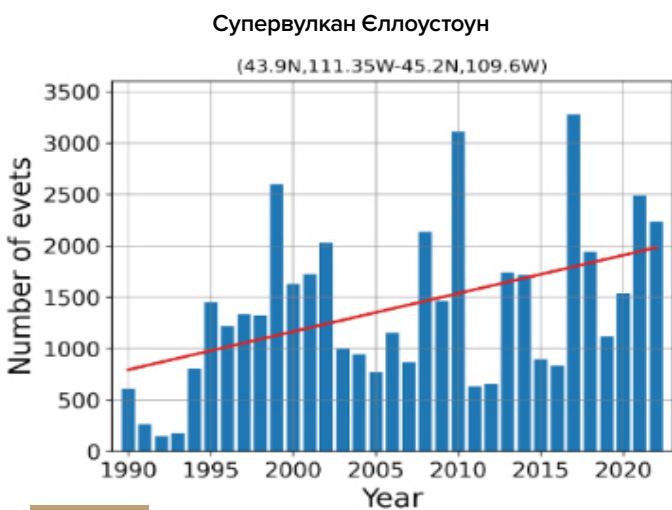


Рис. 15

Зростання кількості щорічних землетрусів у районі супервулкану Єллоустоун. Графік побудований за даними USGS

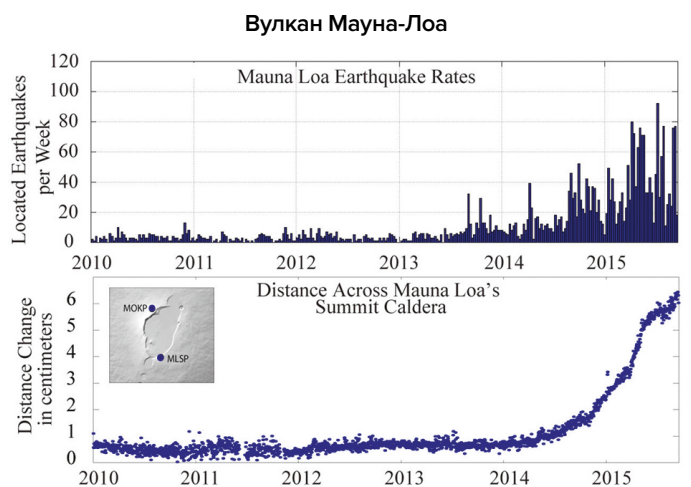
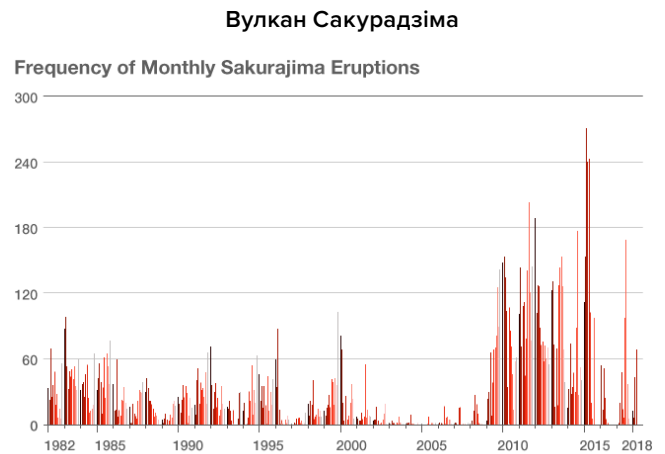


Рис. 16

Дані про землетруси та деформації за 2010–2016 рр. у районі вулкану Мауна-Лоа. Дані USGS <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>

**Рис. 17**

Землетруси, що сталися під вулканом Трайдент, Аляска, з 1 січня 2003 року по 21 лютого 2023 року. На гістограмі показано кількість землетрусів, що зареєстровані за місяць. Дані: USGS/AVO, Aaron Wech <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska/>

**Рис. 18**

Зростання кількості вивержень, що вказує на зростання магматичної активності на вулкані Сакурадзіма, у кальдері супервулкану Айра, Японія <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>

Збільшення сейсмічної активності поблизу вулканів вказує на активацію магматичних процесів. Це вказує на наповнення магматичних камер вулканів та їхню підготовку до потенційного виверження. Враховуючи нинішню атипичну магматичну активність надр нашої планети, вибух одного супервулкану спровокує ланцюгову реакцію вулканічних вибухів, що призведе до загальнопланетарної катастрофи.

Вулканологи сьогодні фіксують ще одну аномалію: лава, що викидається вулканами, має нетиповий склад, властивий магмі з

глибоких шарів мантиї, що представлено на наступній інфографіці.

На картах показано низку прикладів аномалій хімічного складу або фізичних властивостей лави, що виділяється під час вивержень різних вулканів протягом останніх 10 років. Дані ґрунтуються на дослідженнях учених із різних країн світу.



📍 Північна Америка

КАЛЬДЕРА СУПЕРВУЛКАНУ ЄЛЛОУСТОУН (США)

З 1995

З 1995 року зростає частота та інтенсивність землетрусів.

Зменшується глибина найбільшої кількості землетрусів з 11 км у 2010 році до 5 км у 2022 році.

У 2018 році відбулася синхронізація активності гейзерів, коли більша частина гейзерів усієї кальдери одночасно почала вивергатися у багато разів частіше. Активність гейзерів досі залишається високою.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2020943118>

У 2013–2014 роках швидкість підняття території раптово збільшилася в 5 разів.

<https://doi.org/10.1029/2019JB018208>

З'являються локальні області перегріву поверхні з 2003 року.

<https://www.usgs.gov/news/thermal-activity-norris-geyser-basin-provides-opportunity-study-hydrothermal-system>
<https://doi.org/10.3389/feart.2020.00204>



📍 Північна Америка
**ВУЛКАН ЕДЖКУМБ,
АЛЯСКА (США)**

2019–2022

Вулкан, що спав протягом 800 років, демонструє найвищі швидкості підняття ґрунту на Алясці. Це аномально, тому що вулкани, які спали, різко реактивізуються, тим більше з такою швидкістю. Магма піднімається приблизно на 10 км з глибини близько 20 км і спричиняє землетруси та значну деформацію поверхні.

<https://doi.org/10.1029/2022GL099464>

📍 Південна Америка
ВУЛКАН ЧАЙТЕН (ЧИЛІ)

1 ТРАВНЯ 2008

Вулкан у Чайтені раптово виверг ріолітову магму. Мешканці міста відчули землетрус за 24 години до того, як на них упав попіл і відбулося потужне виверження. Таке коротке попередження про велике виверження, причому базальту, є унікальним для кислих магм. Швидке спливання передбачає час переходу від глибини зберігання понад п'ять кілометрів до ближньої поверхні приблизно за чотири години. Це говорить про швидкий підйом магми через субвулканічну систему.

<https://doi.org/10.1038/nature08458>




 Африка

ПІДВОДНИЙ ВУЛКАН БІЛЯ ОСТРОВА МАЙОТТА (ФРАНЦІЯ)

2019

Народження нового вулкану біля берегів Майотти поруч з островом Реюньон в районі Мадагаскару. За рік магма пододала відстань 80 км з мантії до поверхні Землі через всю земну кору, і сформувався новий підводний вулкан. Така швидкість формування вулкану безпрецедентно стрімка. У 2019 році це було найбільше з коли-небудь зафіксованих активних підводних вивержень.

<https://doi.org/10.1029/2022GL099464>

 Антарктида

ПІДВОДНИЙ ВУЛКАН ОРКА В ПРОТОЦІ БРАНСФІЛД

СЕРПЕНЬ 2020 – ЛЮТИЙ 2021

У зоні раніше неактивного підводного вулкану Орка відбулося близько 85 000 землетрусів, викликаних вторгненням магми. Магма пропала 10 км земної кори за півроку, що є рекордом за швидкістю та інтенсивністю вторгнення.

<https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>


 Африка

ВУЛКАН НЬІРАГОНГО (КОНГО — РУАНДА)

2021

Виверження без передвісників, спричинене розривом споруди вулкана Ньірагонго. Виверження мало аномальний характер, оскільки поширювалося зверху вниз і викликало вторгнення великої 25-кілометрової дайки.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05047-8>

 Антарктида

ВУЛКАН ДЕСЕПШЕН

2015

Рої землетрусів, викликані глибоким, тривалим і великомасштабним вторгненням магми. Найбільша активність за всю історію спостережень.

<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107376>


 Азія

ВУЛКАН ЧАНБАЙШАНЬ (ПІВНІЧНА КОРЕЯ — КИТАЙ)

2002–2005

Потужний глибокофокусний землетрус поблизу вулкану на глибині 566 км магнітудою 7,2 спричинив трирічні сейсмічні збурення. Інтенсивні рої землетрусів були спричинені вторгненням нової магми й активністю газової фази з мантії.

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.599329>

 Азія

ВУЛКАН РАЙКОКЕ ВЕЛИКОЇ КУРИЛЬСЬКОЇ ГРЯДИ (РОСІЯ)

21–25 ЧЕРВНЯ 2019

Виверження стало одним із найбільших на Курилах у XXI столітті. Виверження характеризувалося аномалією — магми, що живили вулкан Райкоке, зародилися в мантії, тобто магми мають глибинне джерело. Виверження носило вибуховий характер протягом усього свого існування і спричиняло пеплопади та потоки пірокластичної щільності. Останнє призвело до збільшення площі острова на 0,7 км².

<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>

 Азія

ВУЛКАН МЕРАПІ (ІНДОНЕЗІЯ)

2010

Виверження VEI 4 стало найстрашнішою вулканічною катастрофою на Мерапі за 80 років. Виверження було спричинене більшим, ніж зазвичай, припливом глибокої, багатой на летючі компоненти магми, яка проникла за відносно короткі терміни. Під час і після виверження лахари захлинули майже всі основні долини, спричинивши значно більші збитки, ніж після попередніх вивержень.

https://doi.org/10.1007/978-3-031-15040-1_12

📍 Австралія, Нова Зеландія та Океанія

КАЛЬДЕРА СУПЕРВУЛКАНУ ТАУПО (НОВА ЗЕЛАНДІЯ)

2003–2011

Спостерігалось підняття рівня ґрунту, що корелює з інтенсивною сейсмічною активністю в регіоні. Народження нової магматичної камери.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1600288>

2019

Серію землетрусів спричинило вторгнення магми на глибині 8 км у межах кальдери Таупо.

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.606992>

2022

Сплеск сейсмічної активності, рівень вулканічної активності був підвищений.

<https://www.geonet.org.nz/news/LuzOzD-mQcQUUmdeiL67oX>

📍 Австралія, Нова Зеландія та Океанія

ВУЛКАН КІЛАУЕА ГАВАЇ (США)

2018

Найбільше виверження нижньої Східної рифтової зони і обвалення кальдери, вперше щонайменше за 200 років.

<https://doi.org/10.1126/science.aav7046>



📍 Австралія, Нова Зеландія та Океанія

ВУЛКАН ХУНГА-ТОНГА-ХУНГА-ХААПАН (КОРОЛІВСТВО ТОНГА)

15 СІЧНЯ 2022

Рекорд найсильнішого із зареєстрованих вивержень вулканів. Шлейф від цього вибухового виверження піднявся до 58 кілометрів у найвищій точці, прорвавши мезосферу. Виверження також спричинило найбільшу кількість блискавок, зареєстрованих для будь-якого типу природного явища. Лава подібного складу не надходила раніше під час попередніх вивержень Тонга 2009 і 2014 років.

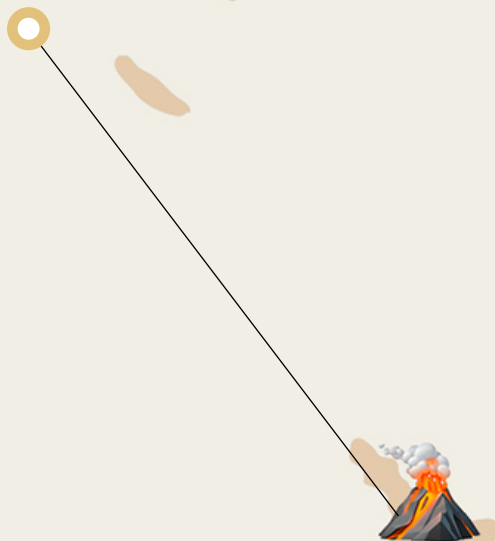


У попередніх виверженнях магма затримувалася в проміжному осередку, а цього разу свіжа магма швидко піднімалася, не витрачаючи час на хімічні зміни.

<https://doi.org/10.1038/d41586-022-00394-y>

<https://www.xweather.com/annual-lightning-report>

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adh3156>



Європа

ВУЛКАН ФАГРАДАЛЬСФ'ЯТЛЬ (ІСЛАНДІЯ)

2021

Швидкість змін ключових хімічних показників лави вулкану була більш ніж у тисячу разів вищою, ніж при інших виверженнях. Загальний діапазон хімічних складів однієї цієї події аналогічний усім виверженням на південному заході Ісландії за останні 10 000 років. Причому стадії вилливу глибинної магми відповідає період виверження, коли піднявся фонтан лави висотою до 400 метрів. Геохімічний аналіз базальтів, що вилилися протягом перших 50 днів виверження, у поєднанні з викидами попутних газів демонструє пряме походження із зони зберігання магми у верхній мантії. Вулканічна система Фаградальсф'ятль на півострові Рейк'янес вивергалася тричі з 2021 року після більш ніж 800 років бездіяльності.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x>

Європа

ВУЛКАН БАРДАРБУНГ (ІСЛАНДІЯ)

2014

Безпрецедентно висока швидкість підйому магми на вулкані, який до цього спав тисячу років. Магмі знадобилося всього 10 днів, щоб піднятися зі сховища, з глибини 24 км, до поверхні.

<https://doi.org/10.1038/s41561-019-0376-9>

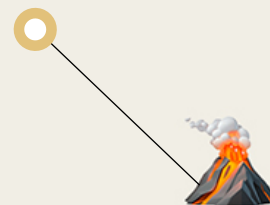
Європа

ВУЛКАН КУМБРЕ В'ЄХА (ІСПАНІЯ)

2021

Після першого вибуху, вже за кілька годин потекла рухома, активна магма. Лава була надплинною, найбільш рідкою з історичних вивержень базальтів тут. Живлення вулкану відбувається розплавами з мантійного плюму, тобто надходить із глибокої мантії. Можливо, магма надходить із глибинних шарів Землі від ядра через зони знижених швидкостей. Тому лава, яка виливалася на поверхню під час виверження у вересні 2021 року, надплинна і рухлива.

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-21818-9>



Європа

СУПЕРВУЛКАН ЛААХЕР ЗЕЕ (НІМЕЧЧИНА)

2013–2018

Поява сейсмічної активності на глибині від 10 до 40 км у районі кальдери супервулкана, що вивергався 12,9 тисяч років тому, а також безперервні викиди вулканічного газу навколо кальдери вказують на активну магматичну систему, можливо, пов'язану із зоною розплаву верхньої мантії.

<https://doi.org/10.1093/gji/ggy532>



Європа

КАЛЬДЕРА СУПЕРВУЛКАНУ КАМПІ ФЛЕГРЕЙ (ІТАЛІЯ)

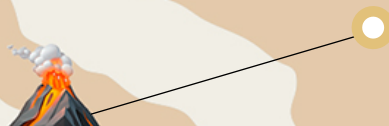
2004–2024

Тиск газів починає піднімати ґрунти, що свідчить про активізацію вулкана. Брэдсейсм триває дотепер.

2016–2024

Експоненційне зростання кількості вулcano-тектонічних землетрусів і синхронізація всіх передвісників виверження.

<https://doi.org/10.1038/s43247-023-00842-1>



Європа

ВУЛКАН ЕТНА (ІТАЛІЯ)

ГРУДЕНЬ 2020 – ЛЮТИЙ 2022

Виверження 2020–2022 років були підживлені магмою, що найінтенсивніше піднімається, порівняно з усіма виверженнями останнього десятиліття. Цей період характеризувався частішими виверженнями. Виявлено швидку міграцію базальтової магми з найглибшого рівня за рекордно короткий час.

<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104563>

Європа

ПІДВОДНИЙ ВУЛКАН КОЛУМБО (ГРЕЦІЯ)

2006–2007

Частий підйом основного розплаву з глибших рівнів призводить до нагрівання і утворення нової магматичної камери. Реєстрація сейсмічної активності в різні періоди часу вказує на те, що поповнення резервуару магмою з глибших джерел триває.

<https://doi.org/10.1029/2022GC010420>

<https://doi.org/10.1029/2022GC010475>



Протягом останнього десятиліття спостерігається прискорення підйому магми з глибин земної кори в багатьох вулканічних регіонах, таких як Ісландія, Італія, острів Майотта в Індійському океані, острів Ла Пальма (Канарські острови) та інші. Це свідчить про підвищення вулканічної активності в глобальному масштабі.

Вулканологи стурбовані різким збільшенням швидкості підняття магми з глибин Землі. Процес підйому магми, який раніше займав сотні й тисячі років, сьогодні в деяких регіонах відбувається всього за півроку. Саме так це сталося в протоці

Брансфілд 2021 року, де підйом магми з глибини 10 км супроводжувався 85 000 землетрусів³. Товщина кори в цьому районі становить 15 км, локалізація землетрусів показала, що 10 км кори вже було пропалено активною магмою і до її прориву на поверхню залишалося 5 км.

Швидкий підйом магми зі значних глибин вказує на виникнення небезпечних процесів усередині Землі, які раніше не спостерігалися. Активація вулканів свідчить про те, що в надрах планети почала акумулюватися величезна кількість енергії, яка прагне вирватися назовні.

Інтенсифікація ураганів, штормів і торнадо

2023 року вперше в історії в кожному океанічному басейні утворився тропічний циклон 5-ї категорії, найвищий за силою. І практично кожен ураган цієї категорії став рекордсменом за силою, тривалістю і швидкістю посилення, порівняно з ураганами минулих років⁴.

Наприклад, ураган «Отіс», який всього за 12 годин перетворився зі звичайного тропічного шторму на ураган 5-ї категорії — ураган з найбільш руйнівними збитками. Таке катастрофічне наростання швидкості вітру урагану зумовлене аномальним нагрівом океану та антропогенним фактором, який буде описано нижче. За рахунок нагріву океан викидає в атмосферу більше вологи. З 1995 року зафіксовано значне зростання вологовмісту атмосфери над океаном (Рис. 19). На графіку подано дані про зміну випаровування океану і температури

повітря над океаном з 1975 по 2020 рік. Обидва показники демонструють стійке зростання з 1995 року, що свідчить про нагрівання світового океану та атмосфери над ним. Хоча до 1995 року обидва показники знижувалися. Зазначимо, що з 1995 року також спостерігаються значні геодинамічні процеси в надрах Землі, що проявилися в таких змінах, як збільшення в 3,5 рази швидкості зсуву північного магнітного полюсу, переміщення осі обертання та збільшення швидкості обертання планети, збільшення кількості й потужності землетрусів на дні океану та глибокофокусних землетрусів, про що більш докладно буде описано далі. Таким чином, підвищення температури і випаровування води океану пов'язане як з антропогенним фактором, так і з підйомом магми з мантиї, що впливає на температуру і циркуляцію води в океані.

³ Cesca, S., Sagan, M., Rudzinski, L., Vajedian, S., Niemz, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M. P., Heimann, S., & Dahm, T. (2022). Massive earthquake swarm driven by magmatic intrusion at the Bransfield Strait, Antarctica. *Communications Earth & Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>

⁴ Mersereau, D. (2023, September 9). The Weather Network, A world first, every tropical ocean saw a Category 5 storm in 2023. <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/a-world-first-every-tropical-ocean-saw-a-category-5-hurricane-cyclone-in-2023>

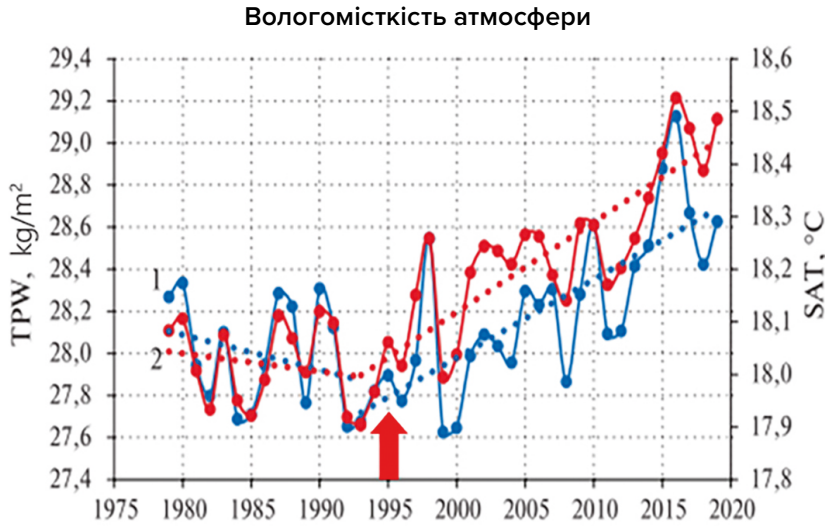


Рис. 19
 Міжрічний хід річних значень вологомісткості атмосфери (1) (кг/м²) та температури повітря (2) (°C) над Світовим океаном упродовж 1979–2019 рр.
 Джерело: Малінін В. М., Вайновський П. А. Тренди компонент вологообміну в системі океан-атмосфера в умовах глобального потепління, за даними архіву Reanalysis-2 // Сучасні проблеми дистанційного зондування Землі з космосу. Т. 18. – 2021, №3. – С. 9–25. – DOI: 10.21046/2070–7401–2021–18–3–9–25. http://d33.infospace.ru/jr_d33/2021v18n3/9-25.pdf

Підвищення вологості повітря внаслідок випаровування океану призводить до посилення гідрометеорологічних явищ, таких як тропічні урагани, шторми і торнадо, аномальні температури, опади і повені.

У Європі спостерігається зростання кількості торнадо з 1970 по 2023 рік, що представлено на Рис. 20, який базується на даних Європейської бази даних небезпечних погодних явищ (ESWD). Спостерігається

значне зростання числа торнадо: з приблизно 45 торнадо на рік у 1970–1979 рр. до більш ніж 800 на рік у 2014–2023 рр. Це означає, що середня кількість торнадо на рік у Європі зросла у 18 разів. Нині торнадо та урагани з’являються в регіонах, де їх ніколи не було, призводячи до значних економічних втрат.

Зростання кількості торнадо в Європі

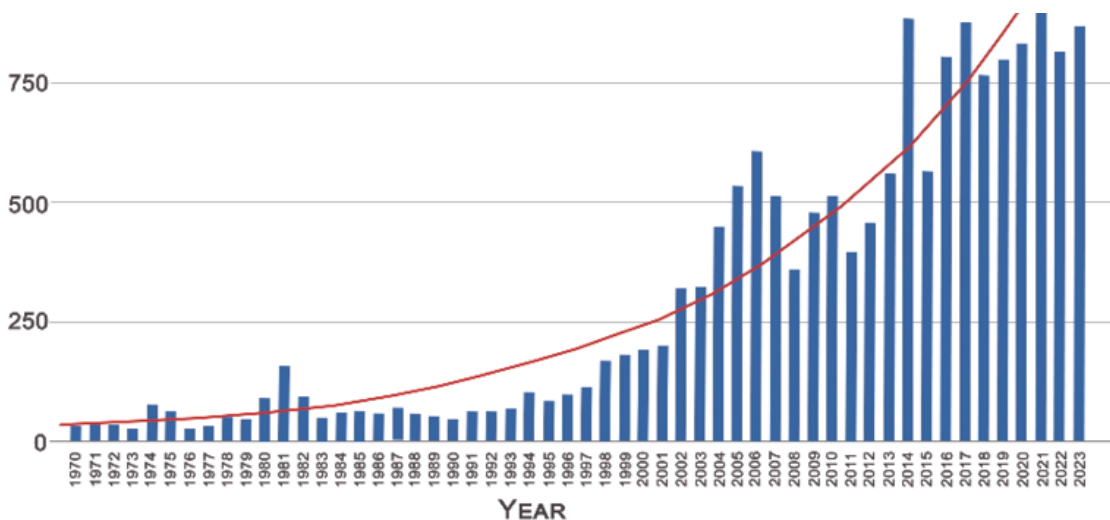


Рис. 20
 Графік щорічної кількості торнадо в Європі. Джерело даних: Європейська база даних небезпечних погодних явищ (ESWD)

Протягом останнього десятиліття конвективні шторми, що супроводжуються торнадо, градом, зливами і грозами, стали переважним явищем, що спричиняє серйозні збитки, у Північній Америці та Австралії.

Аналіз даних NOAA, що представлено на Рис. 21, показує експоненційне зростання

кількості штормів у США з мільярдними збитками в період з 1981 по 2023 рік. За період з 1981 по 1990 рік відбувалося не більше ніж 2 таких шторми на рік. Однак останніми роками спостерігається різке збільшення, тільки за один 2023 рік їх сталося 19.



Рис. 21

Графік кількості сильних штормів у США зі збитками понад мільярд доларів. Джерело даних: Національні центри з інформації про навколишнє середовище NOAA

Збитки від конвективних штормів стали такими самими, як і збитки від тропічних ураганів (Рис. 22). Основна тенденція, яку можна побачити на графіку, — це збільшення страхових збитків для обох категорій. Це вказує на те, що вартість цих стихійних лих продовжує зростати.

Згідно з даними Національного управління океанічних і атмосферних досліджень, США (NOAA), за 10 років, з 1990 року, конвективні шторми завдали США збитків на суму близько 40 млрд доларів, а за останнє десятиліття сума втрат зросла в 6 разів і перевищила 240 млрд доларів (Рис. 23), а у 2023 році збитки, спричинені ураганами, встановили новий рекорд, склавши 54 млрд доларів США.

Сукупні страхові збитки, 2001–2021 рр.

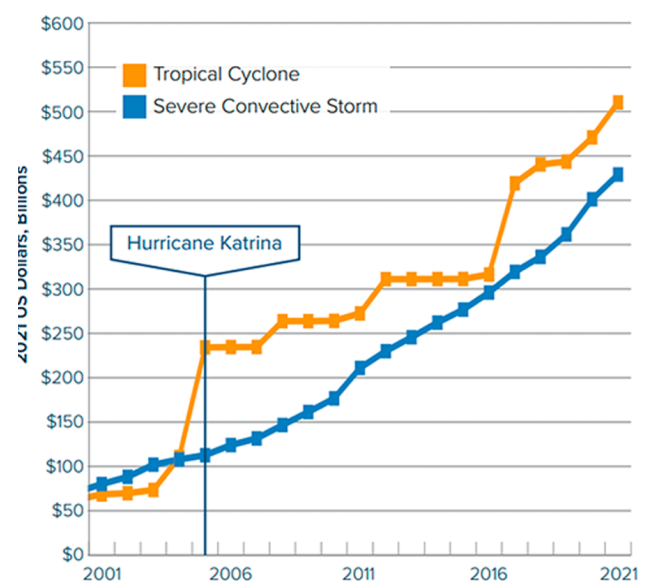


Рис. 22

Динаміка збитків від конвективних штормів і тропічних ураганів у США за період з 2001 по 2021 рік.

На графіку представлені дві лінії: помаранчева лінія зображує збиток від тропічних ураганів, а синя — від сильних конвективних штормів.

Джерело даних: Aon (Catastrophe Insight)

Збитки від стихійних лих понад 1 млрд доларів у США за період 1980–2023 рр. з накопиченим підсумком (з поправкою на ІСЦ)

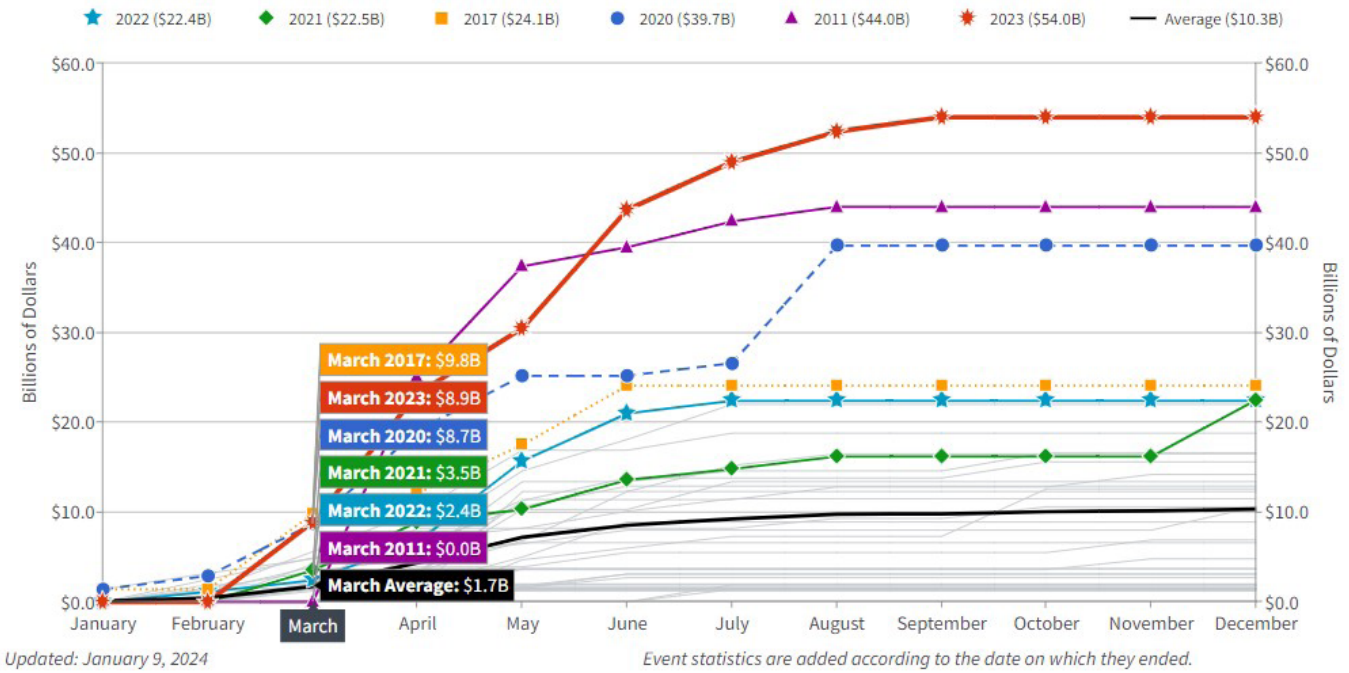


Рис. 23

Зростання втрат від сильних штормів у США зі збитками понад один мільярд доларів. Джерело: Національне управління океанічних і атмосферних досліджень, США (NOAA) NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. (2024). (<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73

На графіку зображено лінії різних кольорів, кожна з яких позначає певний рік. 2023 рік, позначений червоною лінією, має найвищий збиток від сильних штормів, що перевищує 50 мільярдів доларів. Графік відображає період з 1980 по 2023 рік, він скоригований на інфляцію (ІСЦ), графік було оновлено 9 січня 2024 року.

Згідно зі звітом компанії AON⁵, що присвячений кліматичним катастрофам, у Європі найбільші економічні втрати за останні 10 років були спричинені сильними конвективними бурями. Ці бурі виявилися більш руйнівними, ніж зимові шторми, які традиційно вважаються головною загрозою для регіону.

Згідно з даними дослідження Swiss Re Institute⁶, сильні конвективні шторми останнім часом є найбільшим джерелом втрат серед вторинних небезпек (високочастотні події зі збитками від низького до середнього ступеня тяжкості, такі як зливи з градом, зливові паводки, торнадо, зсуви ґрунту, посухи та лісові пожежі). За період з 2018 по 2022 рік економічний збиток у світі від сильних конвективних штормів склав 177 мільярдів доларів США, що на 60 % перевищує рівень попередніх 5 років (Рис. 24). Це свідчить про зростання частоти та інтенсивності цих подій.

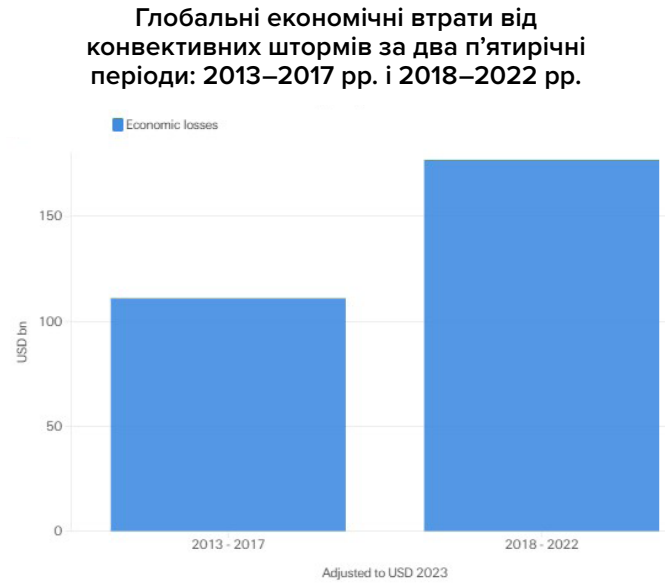


Рис. 24

Порівняння світових економічних втрат від конвективних штормів за два п'ятирічні періоди: 2013–2017 рр. і 2018–2022 рр. Джерело: Swiss Re Institute.

⁵Weather, Climate and Catastrophe Insight, 2023 <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25cea768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, стор.42

⁶Swiss Re Institute <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>

Збільшення кількості повеней і посух

По всій планеті спостерігається також значне збільшення кількості потужних повеней (Рис. 25). Сильні повені визначаються як такі, що призводять до значних збитків для людей та інфраструктури. Якщо в 1970-х було всього лише 260 сильних повеней за 10 років, то за період з 2014 по 2023 рік

кількість повеней зростає до 1500, тобто їх стало більше в 6 разів. Дані вказують на те, що збільшується частота та інтенсивність екстремальних опадів, які є однією з основних причин повеней.

Кількість масштабних повеней у світі

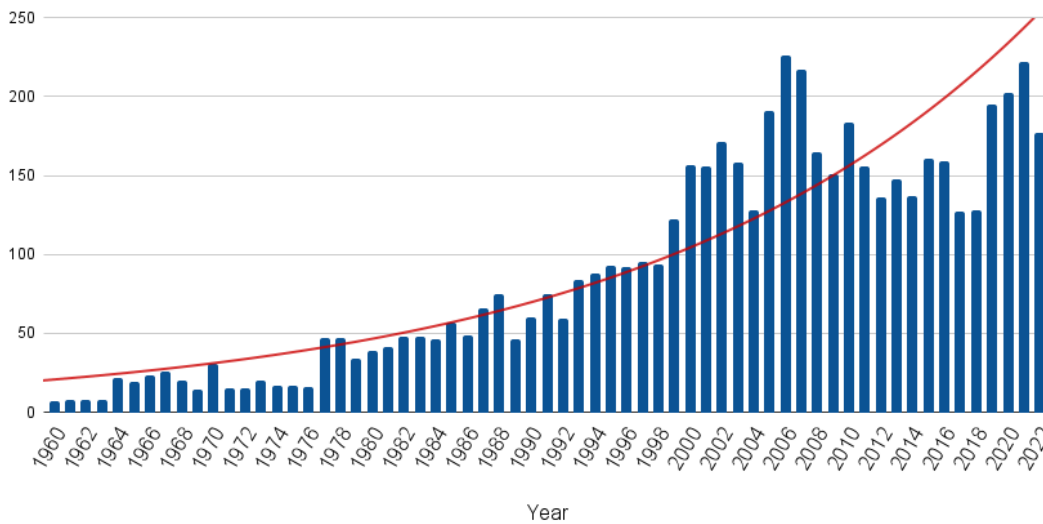


Рис. 25

Кількість масштабних повеней у світі з 1960 по 2022 рік. Джерело даних: Міжнародна база даних про стихійні лиха (EM-DAT)

До того ж значно збільшилася кількість територій, що страждають від повеней (Рис. 26). Якщо в 1970-х роках за рік близько 20 країн потерпали від повеней, то з 2000-х років понад 80 країн щорічно потерпають від повеней, що вчетверо більше.

Кількість країн, що постраждали від повеней

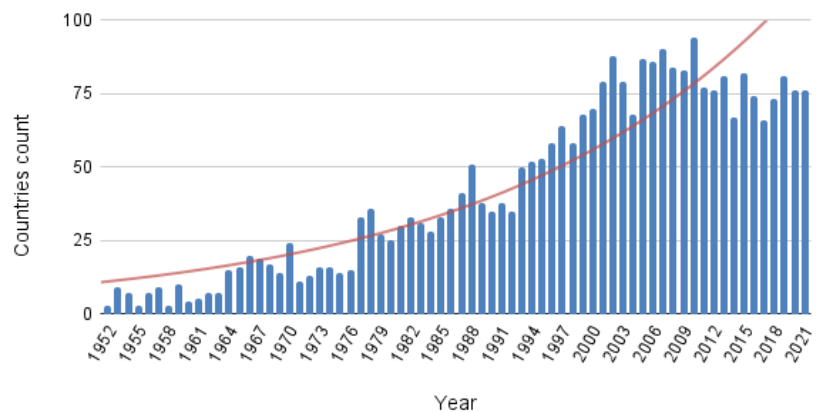


Рис. 26

Кількість країн, що постраждали від повеней з 1970 року. Джерело даних: Міжнародна база даних про стихійні лиха (EM-DAT)

Також у світі зростає частота аномальних опадів і рекордних злив. Згідно з даними Європейської бази даних небезпечних погодних явищ (ESWD), з 2000 до 2004 року в Європі зафіксовано 661 випадок аномальних опадів, а з 2019 до 2023 року — 29 031

(Рис. 27). Це означає, що аномальні опади стали траплятися в 44 рази частіше. Аномальні опади — це опади, які перевищують норму за інтенсивністю, тривалістю або частотою.

Аномальні опади в Європі

2000–2004

2019–2023

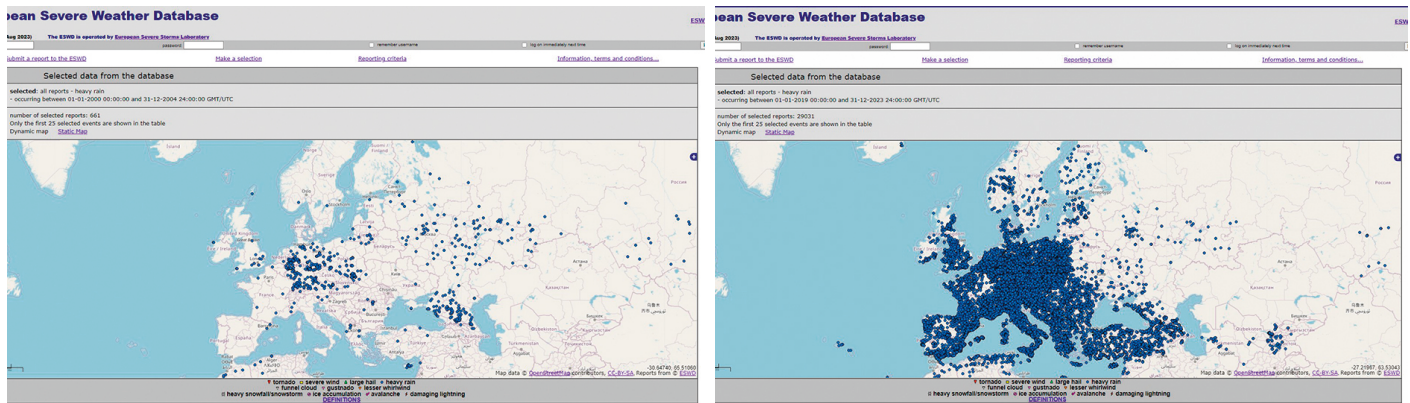


Рис. 27

Аномальні опади в Європі: а) 2000–2004 рр., б) 2019–2023 рр.

Джерело: Європейська база даних небезпечних погодних явищ (ESWD)

Карта показує розподіл аномальних опадів у Європі протягом двох п'ятирічних періодів: 2000–2004 рр. і 2019–2023 рр. На карті Європи сині точки позначають місця, де відбулися такі події. Чим більше точок у регіоні, тим більше аномальних опадів там було.

Рекордно зростає і кількість посух. Згідно з ООН⁷, кількість посух у світі зростає на 29 % протягом останніх 20 років. У доповіді ООН йдеться про те, що у 2022 і 2023 роках 1,84 млрд осіб у всьому світі, або майже чверть усього населення планети, жили в умовах посухи. Уже зараз через посуху рекордні 258 млн осіб стикаються з «гострим голодом» і частина з них перебуває на межі голодної смерті.

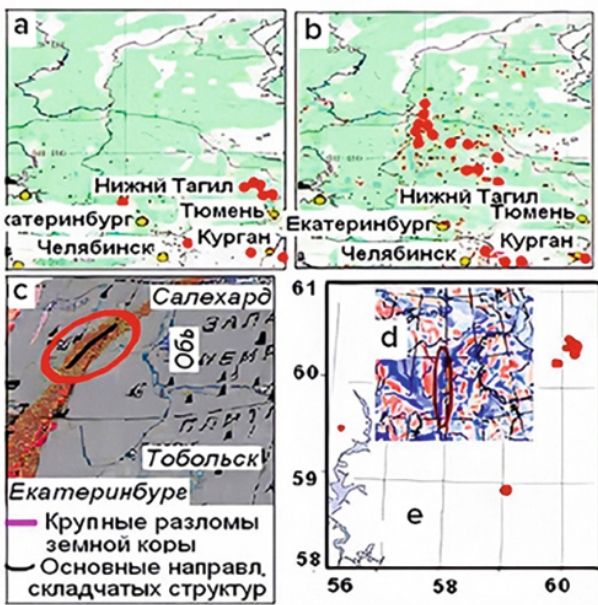
2023 року багато країн зіткнулися з катастрофічними посухами, які призвели до колосальних економічних втрат.

⁷ Дані ООН <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>

Збільшення кількості пожеж

Останнім часом природні пожежі дуже складно загасити навіть сучасними технічними засобами. Згідно з даними вченого Петра Володимировича Люшвіна⁸, загоряння відбуваються в зонах розломів земної кори, де з надр виходять водень,

метан та інші горючі гази (Рис. 28–29). Через це вогонь вкрай складно загасити. Горять поселення та цілі міста. Пожежі виникають навіть у північних регіонах, під снігом.



— Major faults in the Earth's crust
 — Main directions of fold structures

Рис. 28

Збіги місць пожеж, землетрусів, розломів земної кори і магнітних аномалій в Уральському регіоні
 (а) – пожежі влітку 2009 року;
 (б) – пожежі влітку 2010 року;
 (в) – великі розломи земної кори та основні напрями складчастих структур;
 (г) – осередки землетрусів 1995–2013 років;
 (д) – аномалії магнітного поля (сині відтінки – позитивні, червоні – негативні).

Джерело: <https://regnum.ru/article/2395754>

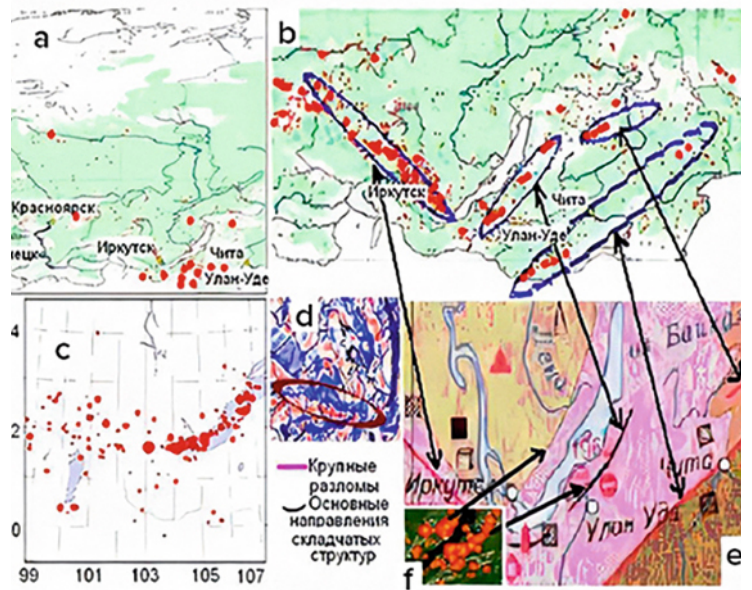


Рис. 29

Збіги місць пожеж, землетрусів, розломів земної кори і магнітних аномалій у Південному Сибіру
 (а) – пожежі влітку 2009 року;
 (б) – пожежі влітку 2010 року;
 (в) – осередки землетрусів з 1991 по 2017 року;
 (г) – аномалії магнітного поля (сині тони – позитивні, червоні – негативні);
 (д) – великі розломи й основні напрями складчастих структур;
 (е) – пожежі в Байкальському регіоні. Стрілками показано локалізацію пожеж біля розломів земної кори.

Джерело: <https://regnum.ru/article/2395754>
 (дата доступу: 01.02.2024)

⁸Reference:

Люшвін П. В. Природні рівнинні пожежі та як їх мінімізувати. Доповідь на XXVI засіданні Всеросійського міждисциплінарного семінару-конференції геологічного та географічного факультетів МДУ «Система Планета Земля» 30 січня – 2 лютого 2018 р. – 2 // 2018

Lushvin, P. & Buyanova, M. (2021). Development of Ice Cover in Water Areas during Methane. International Journal of Geosciences, 12(9), 927-940. <https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>

Lushvin, P. & Buyanova, M. (2021). History of Observations of Seismogenic Phenomena in the Atmosphere and Formalization of Their Decryption. International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>

Площа екстремальних пожеж у різних країнах стала різко збільшуватися. Протягом останніх 3 років відбулося безпрецедентне зростання площі пожеж у Канаді, Австралії, Іспанії, США, Європі (Рис. 30–34).

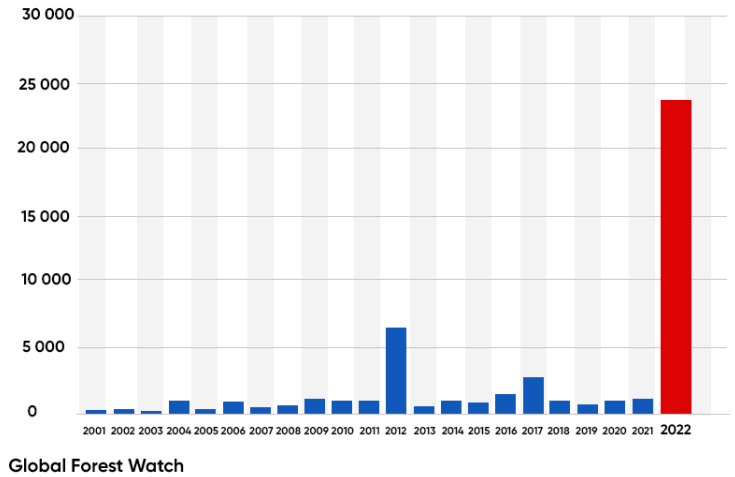
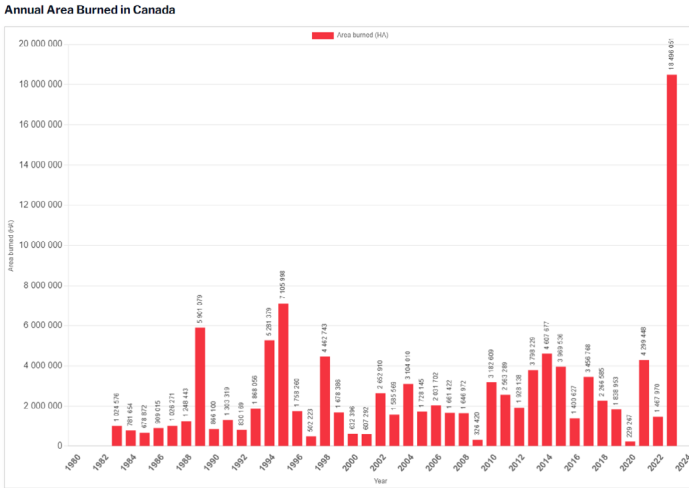


Рис. 30

Площа територій, що вигоріли в Канаді
Джерело: Канадський міжвідомчий центр лісових пожеж (CIFFC)

Рис. 31

Втрата лісового покриву внаслідок лісових пожеж в Іспанії з 2001 по 2022 рік
Джерело: Global Forest Watch

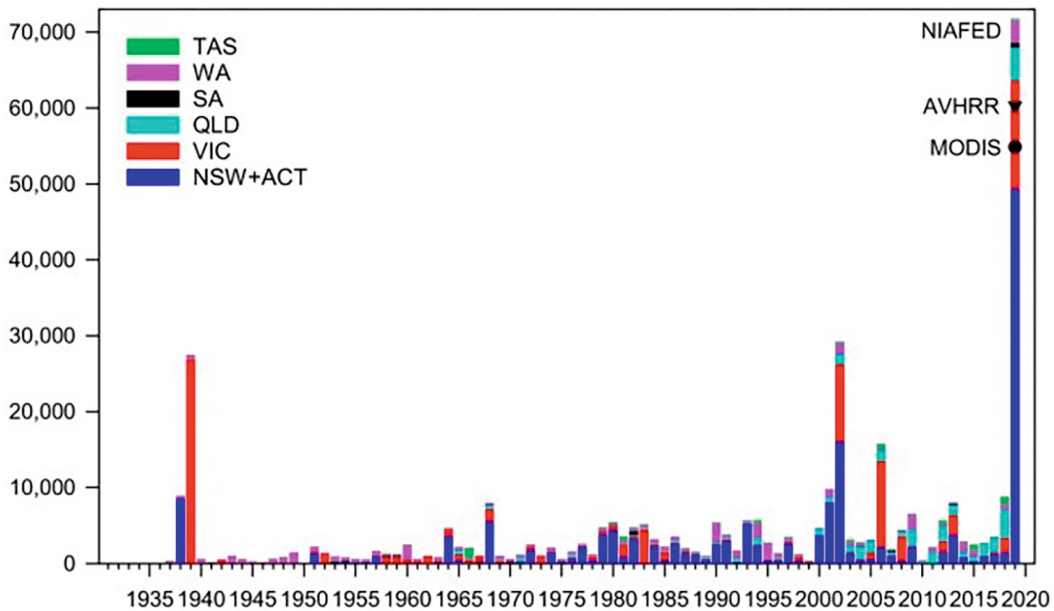


Рис. 32

Площа вигорілих унаслідок лісових пожеж лісових екосистем по штатах і територіях за 1930–2019 пожежонебезпечні роки: Новий Південний Уельс і Австралійська столична територія (темно-синій), Вікторія (червоний), Квінсленд (світло-синій), Південна Австралія (чорний), Західна Австралія (фіолетовий) і Тасманія (зелений).
Джерело: Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021). Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change. Nature Communications, 12, 6921 (2021). DOI: 10.1038/s41467-021-27225-4.

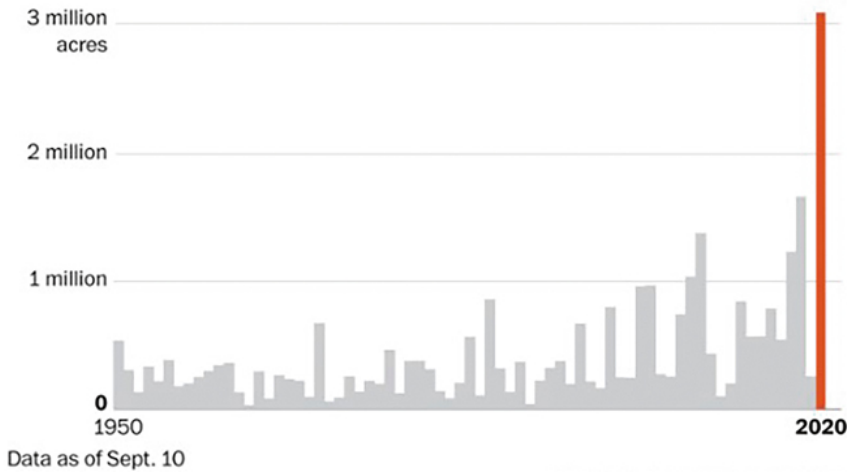
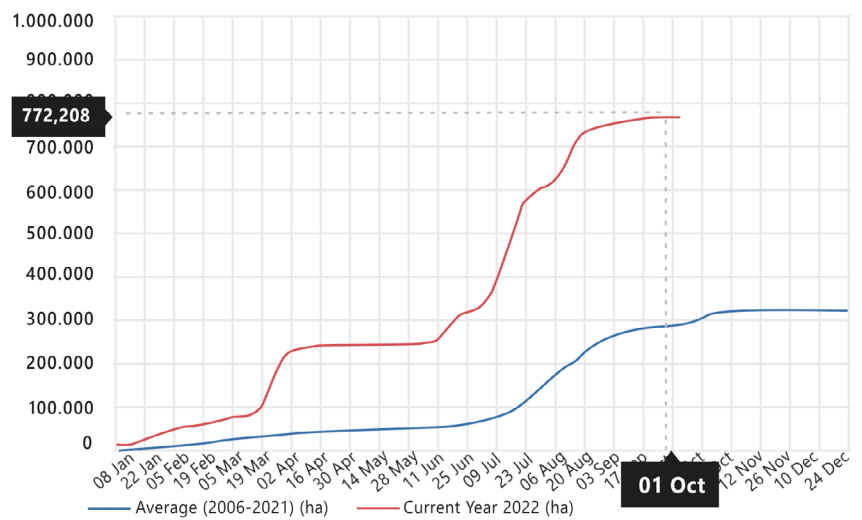


Рис. 33

Загальна кількість акрів, що було спалено пожежами в Каліфорнії. У 2020 році було побито рекорд штату: згоріло понад 3,1 мільйона акрів.
Джерело: California Department of Forestry and Fire Protection (CAL FIRE)

Рис. 34
Сумарна вигоріла площа пожеж у Європі за 2022 рік (червона крива), середнє значення площі пожеж за 2006–2021 рр. (синя крива).
Джерело: European Forest Fire Information System



Крім того, важливим чинником, який впливає на поширення пожеж, є посухи внаслідок відходу води по тріщинах і розломах, що відбувається повсюдно через деформацію земної кори внаслідок зростання сейсмічної активності та зміну екваторіального і полюсового діаметрів планети. Згідно із супутниковими спостереженнями, кліматичними та гідрологічними моделями, за останні

три десятиліття об’єм води зменшився у понад 50 % усіх великих природних озер і водосховищ⁹. Це явище особливо парадоксальне порівняно з катастрофічними темпами збільшення кількості повеней, якщо не враховувати гідродинамічні зміни у верхніх частинах земної кори внаслідок тектонічної активізації надр.

⁹ Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétau, Wada, Y., & Berge-Nguyen, M. (2023). Satellites reveal widespread decline in global lake water storage. *Science*, 380(6646), 743–749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>

Нагрів Світового океану

Нагрів океану спричиняє збільшення частоти і масштабів екстремальних гідрометеорологічних подій, включно з рекордними повеннями, тайфунами і аномальними опадами.

Станом на 2020 рік потепління океану збільшилося на 450 % за останні 30 років (Рис. 35). Дослідження показує, що, хоча в період з 1955 по 1986 рік океани стабільно нагрівалися, в останні кілька десятиліть

потепління швидко прискорилося.

За оцінками вчених, для того, щоб океан нагрівався з такою швидкістю, як зараз, необхідно стільки енергії, скільки виділиться, якщо щосекунди протягом року підривати 7 атомних бомб, скинутих на Хіросіму. Цей факт породжує наступне раціональне запитання: «Що є джерелом такої значної кількості енергії?»

Зміна тепловмісту у верхніх 2000 метрів Світового океану

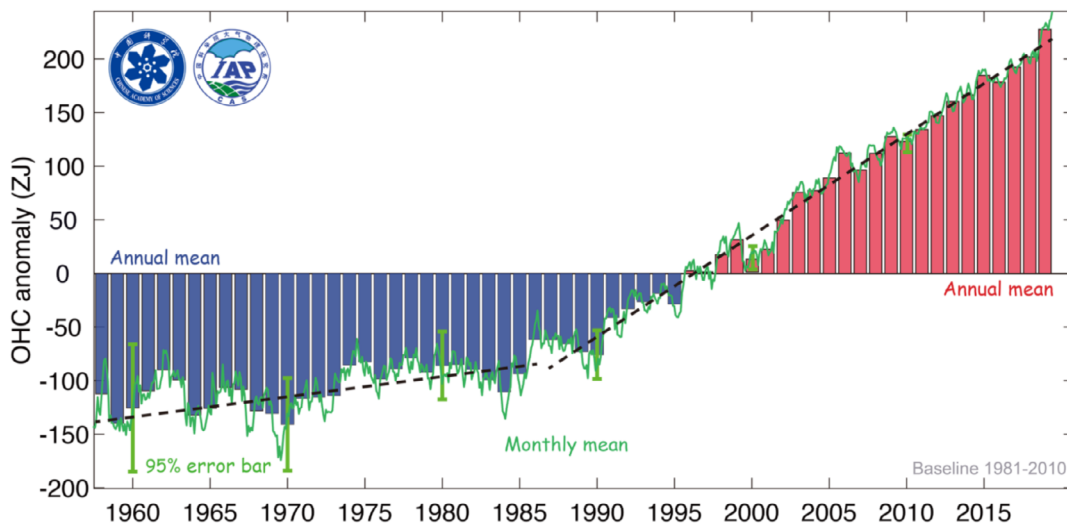


Рис. 35

Зміна тепловмісту у верхніх 2000 метрів Світового океану

Джерело: Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

Аномальне нагрівання океану зумовлене як антропогенним фактором, так і впливом магми, підйом якої активізувався з 1995 року. Океанічна кора більш тонка порівняно з континентальною, тому магма сильніше гріє океанічне дно і, відповідно, нагрівається сам океан.

На те, що океан нагрівається на глибині, вказують наступні факти. Група дослідників із

США виявила, що середні глибини океану за останні 60 років нагрілися в 15 разів швидше, ніж за попередні 10 000 років¹⁰. І ця прогресія наростає з кожним роком дедалі швидше. Необхідна величезна кількість енергії, щоб збільшити температуру на таких глибинах, куди сонячні промені вже не проникають.

¹⁰ Rosenthal, Y., Linsley, B. K., & Oppo, D. W. (2013). Pacific Ocean Heat Content During the Past 10,000 Years. *Science*, 342(6158), 617–621. <https://doi.org/10.1126/science.1240837>
 Oppo, D. (2013, October 31). Is Global Heating Hiding Out in the Oceans? <https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3130> (Дата доступу: 01.02.2024)

Одним із чинників нагріву вод є виділення метану. На дні північних морів знаходяться величезні запаси метану у вигляді газогідратів (клатрати). Під дією геотермального нагріву ці скупчення плавляться і вивільняють метан у вигляді газу. Такі викиди метану відбуваються спалахами, і їх називають «метанові шлейфи» або «мегаспалахи».

Аномальний спалах метану в Арктичному регіоні було зафіксовано в атмосфері у квітні 2014 року супутниками NOAA¹¹. Згідно з геологічною будовою дна, області підвищеної концентрації метану збігаються з лініями серединно-арктичних розломів. Землетруси свідчать про активність розломів, зрушення в магматичних осередках і викиди теплових потоків.

Факти підвищення температури в глибинних шарах океану вказують на те, що океан нагрівається як зверху, так і знизу.

У двох глибоких ділянках Аргентинського басейну¹² на глибинах понад 4500 м спостерігаються значні тенденції потепління: $0,02 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$ за десятиліття, в період 2009–2019 рр.

$0,02 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,01 \text{ }^\circ\text{C}$ — це колосальний обсяг енергії, який необхідний, щоб нагріти такий об'єм холодної води на дні.

2023 року було побито абсолютний рекорд температур поверхні океану за всю історію спостережень (Рис. 36). 2024 рік уже перевищує всі рекорди 2023 року, і, ймовірно, тренд наступних змін не буде помічатися в межі представлених на графіку діапазонів.

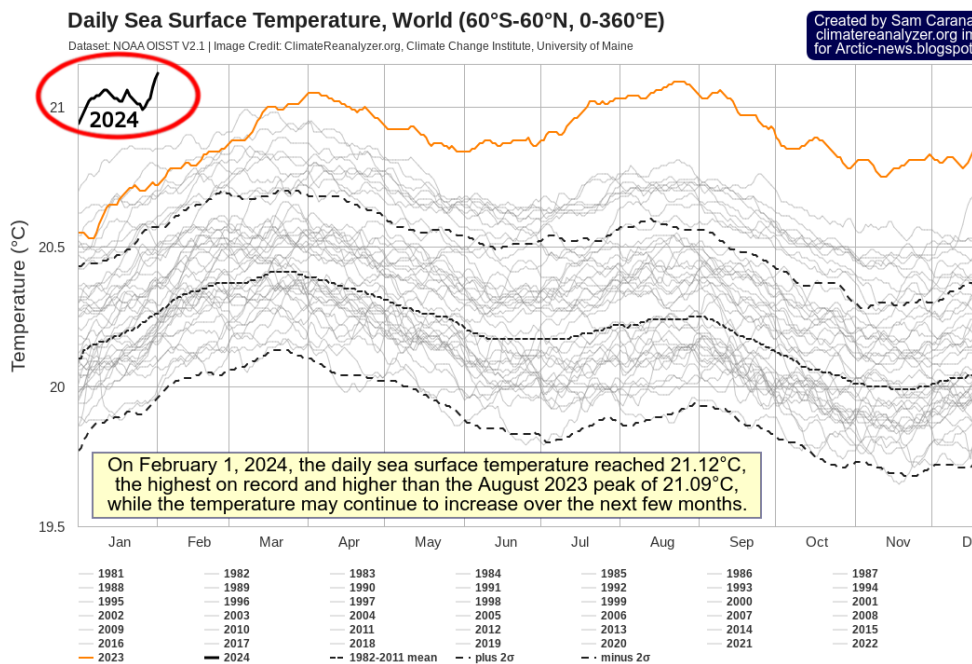


Рис. 36

Найвища температура океану за всю історію спостережень. Середньодобова температура поверхні океану, 1981–2024 рр. Джерело даних: Dataset NOAA OISST V2.1 | Джерело зображення: ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine, Dataset. NOAA OISST

¹¹ Юрганов Л. М., Лейфер І., Вадаккелупіямбатта С. Ознаки прискорення зростання концентрації метану в атмосфері після 2014 року: супутникові дані для Арктики. // Сучасні проблеми дистанційного зондування Землі з космосу. 2017. Т. 14. № 5. С. 248–258. https://www.researchgate.net/publication/317587506_Evidences_of_accelerating_the_increase_in_the_concentration_of_methane_in_the_atmosphere_after_2014_satellite_data_for_the_Arctic

¹² Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed Ocean Bottom Temperature Variability at Four Sites in the Northwestern Argentine Basin: Evidence of Decadal Deep/Abysal Warming Amidst Hourly to Interannual Variability During 2009–2019. *Geophysical Research Letters*, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020gl089093>

Ще одним доказом нагріву Світового океану є морські хвилі тепла, тобто локально тривало нагріта вода в океані. Окремий їхній приклад — блоги — мають гігантські області поверхневої води та аномально високі температури.

З 1995 року кількість блобів значно зросла¹³, і вони стали частіше з'являтися в різних частинах Світового океану, зокрема біля берегів Нової Зеландії, Південно-Західної Африки і в південній частині Індійського океану.

Один із найвідоміших і наймасштабніших блобів сформувався в затоці Аляска 2013 року і швидко поширився Тихим океаном.

Його площа склала понад 4 000 000 кв. км (що перевищує площу Індії), а температура води в деяких місцях перевищила середню на 5–6 градусів (Рис. 37). Блоб переміщався океаном від Аляски до Мексики протягом трьох років, до 2016 року (Рис. 38). Це явище негативно вплинуло на морську екосистему і клімат у регіоні.

Згідно з однією з можливих теорій, виникнення цього блобу, найімовірніше, сталося через активний вулканізм біля узбережжя Аляски та магматичний плюм Кобб¹⁴, які нагріли воду на дні океану, і вона спливла на поверхню в такому величезному обсязі.

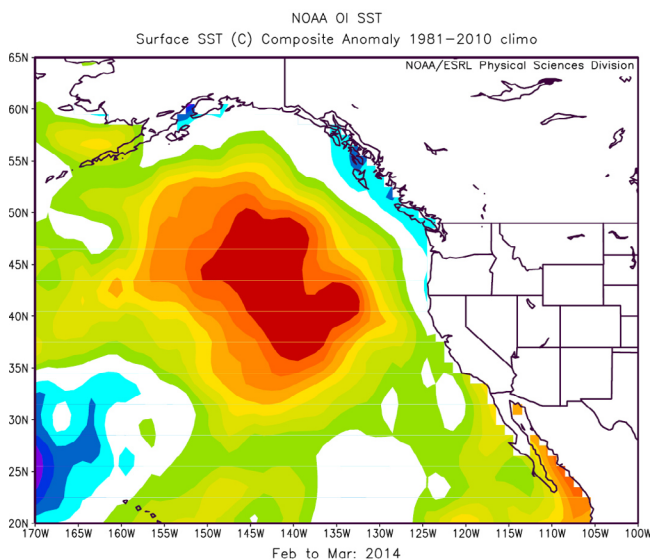
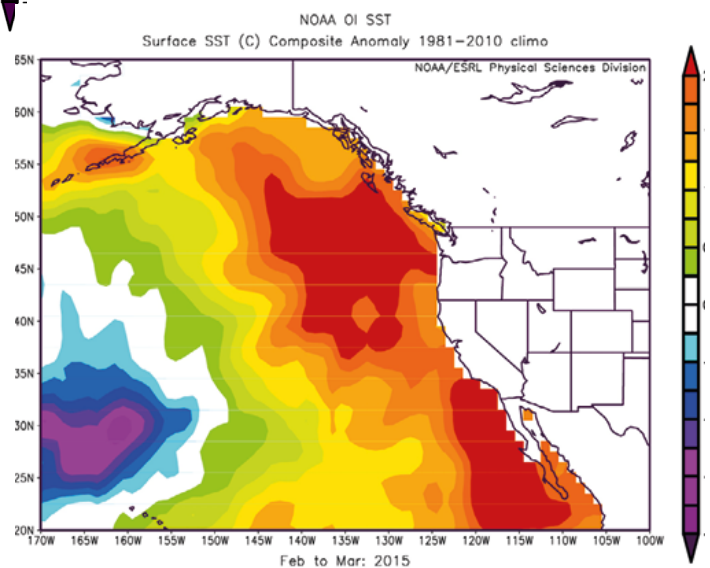


Рис. 37

Карта, що показує положення аномалії температури поверхні моря (SST), також відомої як «Крапля», у північно-східній частині Тихого океану в березні 2014 року. (Зображення надано Відділом NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado)

Рис. 38

Карта, що показує, як аномалія температури поверхні моря (SST) перемістилася і поширилася вздовж західного узбережжя США до березня 2015 року. (Зображення надано Відділом NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado)



¹³ Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020). *Science*, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>

¹⁴ Chadwick, J., Keller, R., Kamenov, G., Yogodzinski, G., & Lupton, J. (2014). The Cobb hot spot: HIMU-DMM mixing and melting controlled by a progressively thinning lithospheric lid. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15(8), 3107–3122. <https://doi.org/10.1002/2014gc005334>

На схід від Нової Зеландії, в південній частині Тихого океану, в грудні 2019 року з'явився блоб, температура якого в певні дні була на 6 °C вищою порівняно із середніми значеннями. Блоб мав площу понад мільйон квадратних кілометрів, що еквівалентно 1,5 площі Техасу або 4 площам Нової Зеландії (Рис. 39). Як повідомлялося, на той час це був найбільший блоб у Світовому океані. Більше того, ця крапля стала другою за величиною подією за всю історію спостережень у цьому

регіоні. Джеймс Ренвік, професор кафедри географії, екології та наук про Землю в Університеті Вікторії у Веллінгтоні, зазначив, що «це найбільша зона аномального потепління на планеті. Зазвичай температура води там близько 15 °C, а зараз — близько 20 °C»¹⁵.

Ймовірною причиною формування цього блобу стала активність стародавнього вулканічного плато біля узбережжя Нової Зеландії¹⁶.

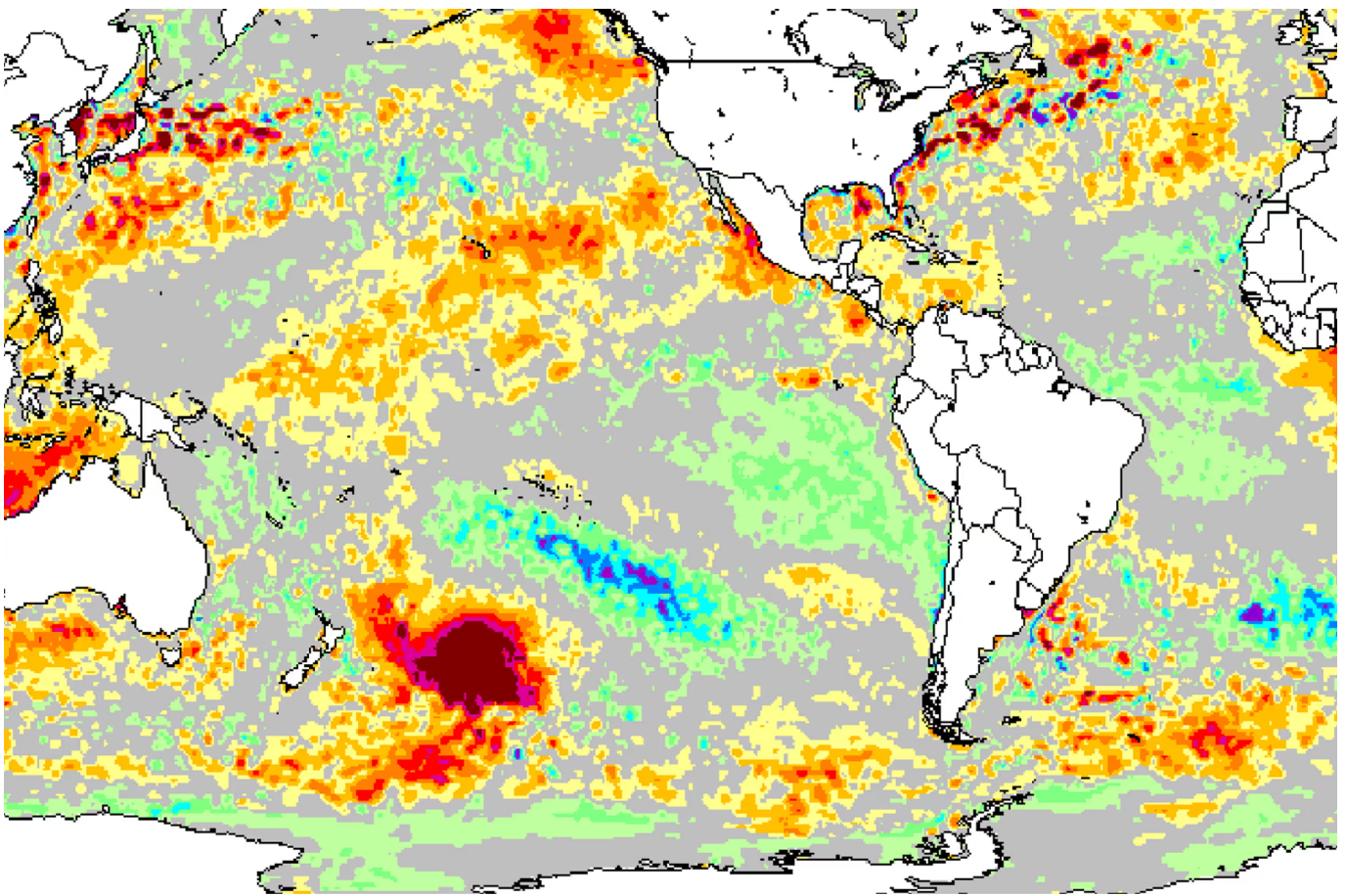


Рис. 39

Аномалія температури поверхні моря в південній частині Тихого океану 25 грудня 2019 року.

Джерело: Morton, A. (2019, December 27). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists> (дата доступу 01.02.2024)

¹⁵ Morton, A. (2019, December 27). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists> (дата доступу 01.02.2024).

¹⁶ Gase, A., Bangs, N. L., Saffer, D. M., Han, S., Miller, P., Bell, R., Arai, R., Henrys, S. A., Shiraishi, K., Davy, R., Frahm, L., & Barker, D. (2023). Subducting volcanoclastic-rich upper crust supplies fluids for shallow megathrust and slow slip. Science Advances, 9(33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh0150>

З теорією того, що причинами появи морських хвиль тепла та блобів є глибинний нагрів води на дні океану, узгоджуються нові дослідження вчених із Китайського океанологічного університету¹⁷. Вони довели, що третина морських хвиль тепла ніяк не проявляється на поверхні океану, а близько половини — проявляється не на всіх етапах свого життєвого циклу. Щорічна кількість цих підповерхневих морських теплових хвиль значно збільшується внаслідок потепління океану протягом останніх трьох десятиліть. Те, що значна частина морських хвиль тепла зовсім не спостерігається на поверхні океану, ймовірно, вказує на те, що вони не можуть бути викликані теплом від атмосфери.

Таким чином, додатковою до антропогенного фактору причиною утворення морських хвиль тепла, включно з блобами, є підводна вулканічна активність і підняття магми з надр до океанічної кори, що почалося з 1995 року. Це призводить до нагрівання глибинних шарів води, які з дна океану вертикально спливають на поверхню і формують аномально нагріті ділянки океану. Блоби в океані призводять до змін атмосферного тиску, аномалій вітрів і течій, загального нагріву океану і руйнування екосистем. При посиленні магматичної активності кількість і

розміри таких морських хвиль тепла в океані збільшуватимуться.

Одним із прикладів значного впливу морських хвиль тепла є зміна параметрів океанічних течій, наприклад, сповільнення течії Гольфстрім у період з травня по серпень 2010 року. Це сталося після потужного виверження вулкана Ейяф'ядлайокюдль в Ісландії в березні 2010 року. На думку геолога Джеймса Каміса, підйом магми, що спричинив виверження вулкана, ймовірно, нагрів воду на дні океану¹⁸. Внаслідок цього, згідно зі спостереженнями, у травні 2010 року над тектонічною зоною, розташованою під Гренландією, спливла величезна маса гарячої води, яка, ймовірно, на деякий час заблокувала шлях Гольфстріму (Рис. 40).

Це призвело до тимчасової зміни погодних умов у Європі та Північній Америці. Більш серйозне ослаблення або зупинка Гольфстріму може призвести до значних змін у кліматі, екосистемах та економіці країн Європи і Північної Америки.

Нині у зв'язку з антропогенним фактором і посиленням магматичної активності, що сприяє нагріванню глибинних шарів океану, виникає ризик ослаблення, зупинки і навіть повного зникнення Гольфстріму.

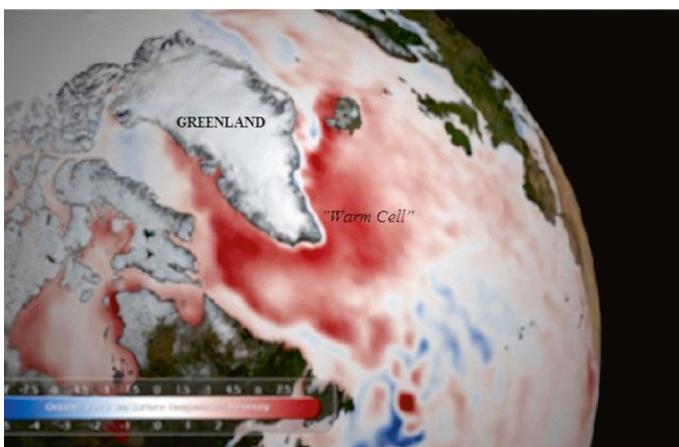


Рис. 40

Карта температури поверхні океану в травні 2010 року, що ілюструє морську хвилю тепла Північного Атлантичного океану 2009–2010 рр. (позначено червоними кольорами) Джерело: Kamis, J. E. (n.d.). Geologically Induced Northern Atlantic Ocean “Warm Blob” Melting Southern Greenland Ice Sheet. Plate Climatology. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska> (дата доступу 01.02.2024).

¹⁷ Sun, D., Li, F., Jing, Z., Hu, S., & Zhang, B. (2023). Frequent marine heatwaves hidden below the surface of the global ocean. *Nature Geoscience*, 16(12), 1099–1104. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01325-w>

¹⁸ Kamis, J. E. (n.d.). Geologically Induced Northern Atlantic Ocean “Warm Blob” Melting Southern Greenland Ice Sheet. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska> (дата доступу 01.02.2024).

Аномальне танення льодовиків Антарктиди і Гренландії

За останні 29 років втрати льоду на основних льодовикових щитах прискорилися, і зараз темпи втрати льоду в Гренландії на 400 % вищі, а в Антарктиді — на 25 % вищі, ніж на початку 1990-х років¹⁹.

Розглянемо приклад Антарктиди. Дослідження показують, що з 1992 року Антарктида втратила майже три трильйони тонн льоду²⁰, що можна порівняти з 1,2 мільярдами олімпійських басейнів. Льодовик Пайн-Айленд, який вважається найбільш вразливою точкою Антарктиди, щорічно втрачає близько 45 мільярдів тонн льоду²¹. Другим найвідомішим льодовиком

Антарктиди є гігантський шельфовий льодовик Туейтса.

86 % усіх втрат льоду в Антарктиді припадає на Західну Антарктиду, де відбувається швидкий відступ і потоншення льодовиків Пайн-Айленд і Туейтса (Rignot et al. 2014; Shepherd et al. 2002) (Рис. 41–43).

Дивовижним є той факт, що льодовики тануть переважно тільки в західній частині материка.

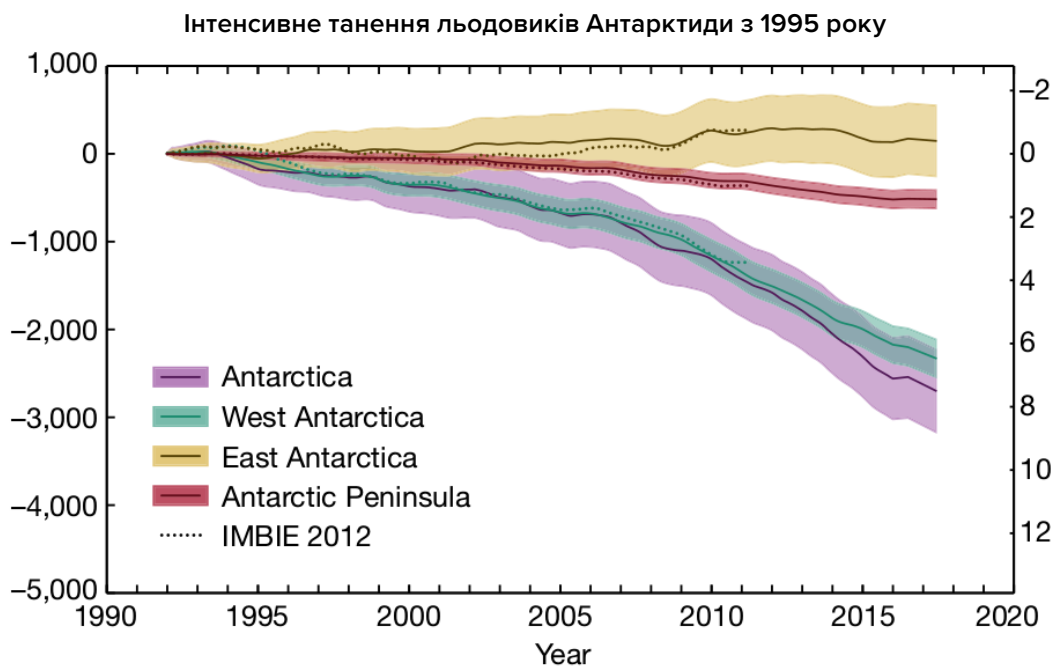


Рис. 41

Зміна маси льоду і рівня моря в Антарктиді в період 1992–2017 рр. Фіолетова крива — середній рівень танення Антарктиди. Зелена крива — рівень танення Західної Антарктиди. Жовта крива — позитивний тренд, тобто збільшення льоду в Східній Антарктиді. Джерело: The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

¹⁹ Otosaka, I. N., Horwath, M., Mottram, R. & Nowicki, S. (2023). Mass Balances of the Antarctic and Greenland Ice Sheets Monitored from Space. *Surveys in Geophysics*, 44:1615–1652. <https://doi.org/10.1007/s10712-023-09795-8>

²⁰ The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

²¹ Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginot, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the Dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>

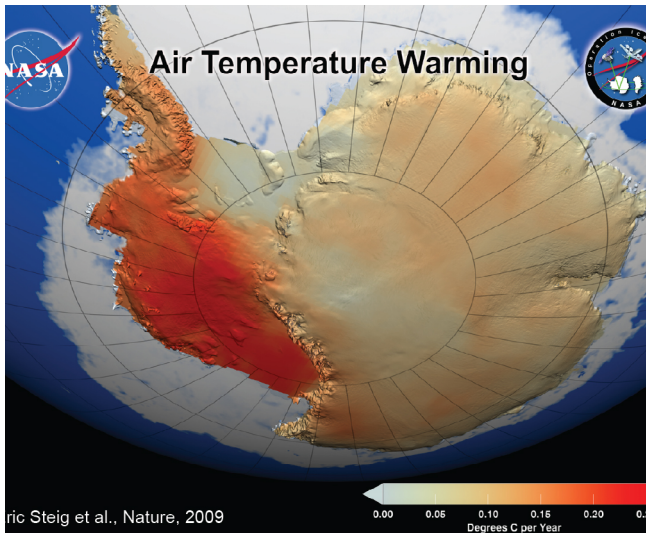


Рис. 42

На карті NASA показано значне потепління поверхні льодовикового покриву Західної Антарктиди, Антарктичного півострова. Це потепління значно сильніше, ніж повідомлялося раніше, перевищуючи 0,1 градуса Цельсія за десятиліття, і найсильніше взимку та навесні. Зображення містить температурні дані, зібрані за 50-річний період, з 1957 по 2006 рік (NASA/GSFC Scientific Visualization Studio 2008). <https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>

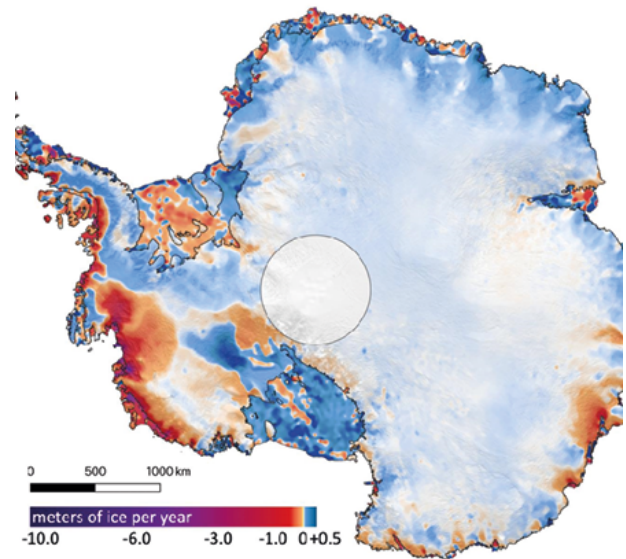


Рис. 43

Карта показує кількість льоду, накопиченого або втраченого Антарктидою в період з 2003 по 2019 рік. Фіолетовий і темно-червоний кольори показують відповідно великі та середні темпи втрати льоду біля узбережжя Антарктики, тоді як сині кольори показують темпи наростання льоду всередині.

Джерело: Smith, B., Fricker, H. A., Gardner, A. S., Medley, B., Nilsson, J., Paolo, F. S., Holschuh, N., Adusumilli, S., Brunt, K., Csatho, B., Harbeck, K., Markus, T., Neumann, T., Siegfried, M. R., & Zwally, H. J. (2020). Pervasive ice sheet mass loss reflects competing ocean and atmosphere processes. *Science*, 368(6496), 1239–1242.

<https://doi.org/10.1126/science.aaz5845>

Цікаво зауважити, що Західна Антарктида — це один із найбільших вулканічних регіонів на Землі, де під льодами знайдено понад 140 вулканів (Рис. 44).

На основі аеромагнітних спостережень учені з Німеччини та Британської антарктичної служби склали карту геотермального теплового потоку в Західній Антарктиді та виявили під льодами льодовика Туейтса зону надходження з надр Землі великої кількості геотермального тепла^{22,23}. Геотермальний потік Західної Антарктиди корелюється із зонами підвищеного танення льодовиків.

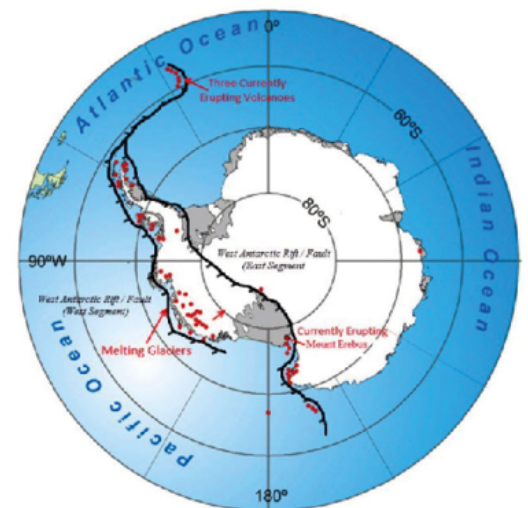


Рис. 44

Карта «активних» (тих, що вивергаються в даний час) і «сплячих» (потенційно активних) вулканів Антарктичного континенту, розташованих уздовж розгалуженої Західно-Антарктичної рифтової системи. Ця активна зона розломів розриває континент і дозволяє глибинній магмі текти вгору по розломах, живлячи вулкани. <https://www.plateclimatology.com/west-antarctic-glacial-melting-from-deep-earth-geological-heat-flow-not-global-warming>

²² Damiani, T. M., Jordan, T. A., Ferraccioli, F., Young, D. A., & Blankenship, D. D. (2014). Variable crustal thickness beneath Thwaites Glacier revealed from airborne gravimetry, possible implications for geothermal heat flux in West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.023>

²³ Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

Група вчених з Університету Род-Айленда та Університету Східної Англії виявила новий фактор швидкого танення льодовика Пайн-Айленд в Антарктиді — раніше невідомий активний вулкан, похований глибоко під льодами²⁴. Вчені виявили вулканічну активність під льодовиковим щитом, що демонструє у 25 разів більше теплової енергії, ніж у сплячого вулкану.

Учені NASA зафіксували під Західною Антарктидою величезний магматичний плум Мері Берд²⁵ площею майже мільйон квадратних кілометрів (Рис. 45). Мері Берд (Marie Byrd Land Volcanic Province) — це регіон у Західній Антарктиді, який характеризується

високою вулканічною активністю. Вулканізм в Мері Берд зумовлений гарячою точкою, яка являє собою ділянку, де мантійний плум (потік розпеченої магми, що піднімається з глибини мантії) досягає земної кори і викликає вулканічну активність. Як показують розрахунки вчених, тепло від мантійного плуму прогріває розташовані над ним породи і шари льоду майже з такою ж силою, як і Єллоустоунський супервулкан, тобто 150 мілліватт на квадратний метр, і 180 мілліватт на квадратний метр у районі розломів. Це приблизно втричі більше тепла, ніж у сусідніх шарів гірських порід.

Магматичний плум Мері Берд у районі Західної Антарктиди

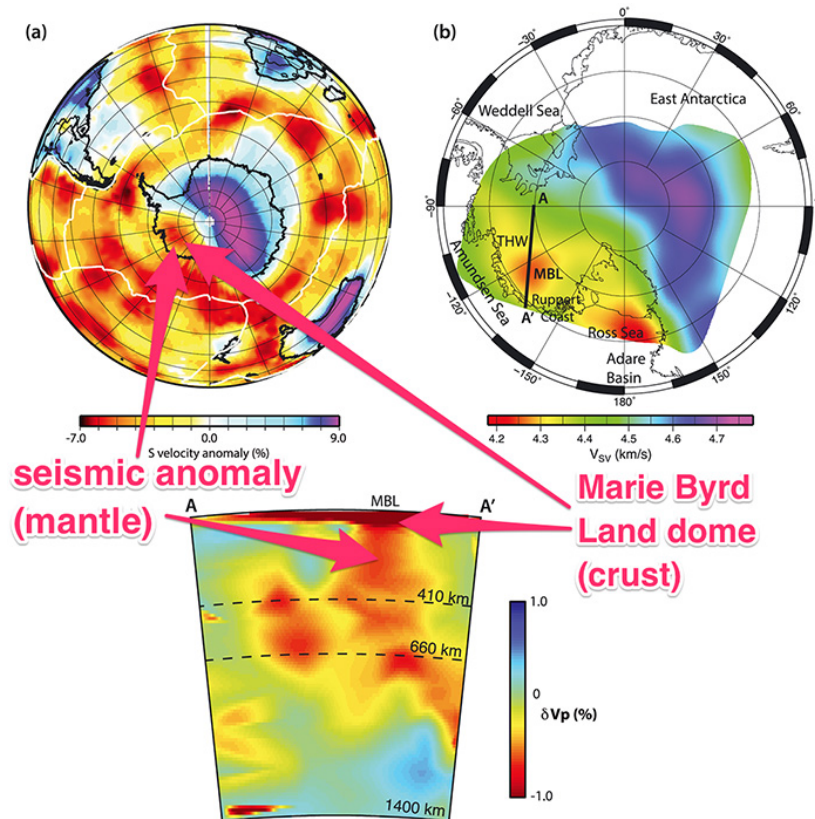


Рис. 45

Наявність гарячого мантійного плуму під регіоном Мері Берд, Західна Антарктида, виявлено сейсмічною томографією. Джерело: Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

²⁴ Loose, B., Naveira Garabato, A. C., Schlosser, P., Jenkins, W. J., Vaughan, D., & Heywood, K. J. (2018). Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier. *Nature Communications*, 9(2431). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>

²⁵ Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

А вчені з Бременського університету, Німецького інституту полярних і морських досліджень та Британської антарктичної служби довели, що танення основних льодовиків відбувається в зонах підвищеного теплового потоку з надр (Рис. 46). Наочно видно, що відносно до

попередніх досліджень 2019 року (карта ліворуч) відбулися значні зміни у 2021 році (карта праворуч), геотермальний тепловий потік збільшився. Це свідчить про збільшення тепла, що надходить з надр Землі від магматичних плумів.

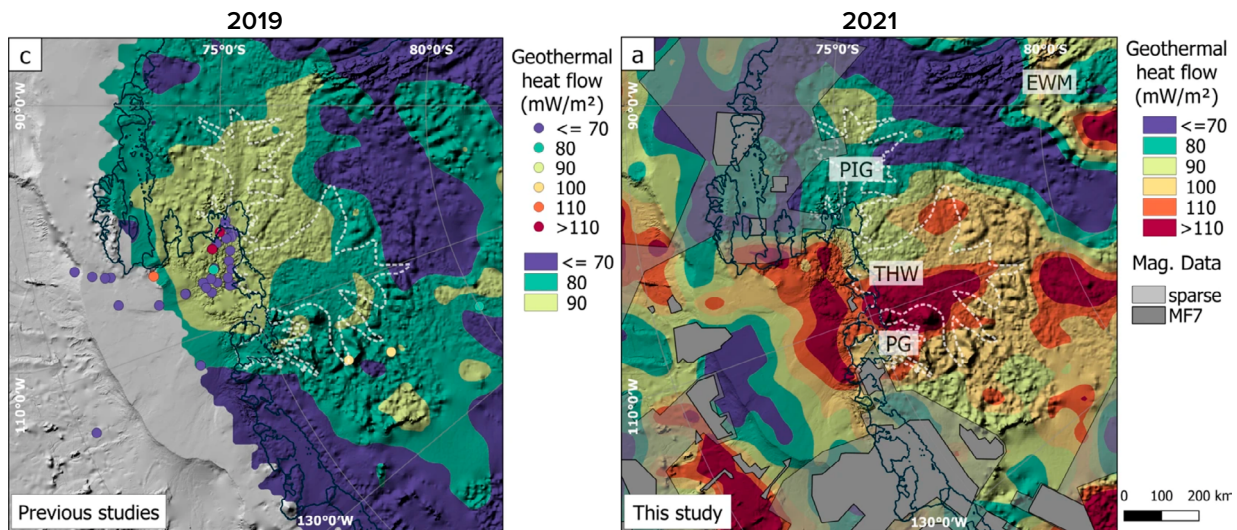


Рис. 46

Розподіл геотермального теплового потоку в 2019 р. (ліворуч) і в 2021 р. (праворуч).

Джерело: Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

Нове міжнародне дослідження показало, що в деяких частинах Західної Антарктиди Земля піднімається одним із найшвидших темпів з коли-небудь зареєстрованих. Швидкість підйому порід у морі Амундсена, навпроти льодовика Пайн-Айленд, становить 41 міліметр на рік, що в 3 рази швидше, ніж на інших ділянках²⁶. Навіть у таких місцях, як Ісландія та Аляска, де спостерігаються швидкі темпи підйому, швидкість підйому зазвичай становить 20–30 міліметрів на рік. Вчені дійшли висновку, що мантія в районі Західної Антарктиди є більш гарячою і текучою, ніж вони очікували раніше.

Таким чином, інтенсивне танення покривних льодовиків Антарктиди зумовлене як нагріванням води внаслідок антропогенного

фактору, так і геотермальним теплом від вулканічної та магматичної активності, яка значно зросла з 1995 року і продовжує зростати.

Прямо біля берегів Західної Антарктиди відбувається аномальне нагрівання глибоких вод моря Ведделла²⁷. У той час як верхні 700 метрів вод майже не нагріваються, у глибших регіонах спостерігається постійне підвищення температури. З одного боку море Ведделла обрамляє Західно-Антарктичний рифт, з іншого — підводний вулканічний хребет із Південними Сандвічевими островами. Зауважимо, що район Південних Сандвічевих островів є одним із найбільш сейсмічно активних регіонів на Землі. Тут стрімко зростає активність землетрусів, що може бути ознакою підняття магми.

²⁶ Barletta, V. R., Bevis, M., Smith, B. E., Wilson, T., Brown, A., Bordoni, A., Willis, M., Khan, S. A., Rovira-Navarro, M., Dalziel, I., Smalley, R., Kendrick, E., Konfal, S., Caccamise, D. J., Aster, R. C., Nyblade, A., & Wiens, D. A. (2018). Observed rapid bedrock uplift in Amundsen Sea Embayment promotes ice-sheet stability. *Science*, 360(6395), 1335–1339. <https://doi.org/10.1126/science.aao1447>

²⁷ Strass, V. H., Rohardt, G., Kanzow, T., Hoppema, M., & Boebel, O. (2020). Multidecadal warming and density loss in the Deep Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Climate*, 33(22), 9863–9881. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0271.1>

Розглянемо танення льодів Гренландії. Зараз лід у Гренландії тоне швидше, ніж будь-коли за останні 12 000 років²⁸. На Рис. 47 представлений графік, який відображає експоненційне зростання втрати льодовикового покриву Гренландії з 1992 по 2018 рік. Починаючи з 1990-х років Гренландія почала втрачати лід, але період з 2006 по 2012 рік склав майже

половину загальних втрат. Незважаючи на холодніші атмосферні умови в районі Гренландії, темпи втрати льоду залишалися високими після цього періоду. Тільки в липні 2019 року льодовий покрив Гренландії втратив 197 мільярдів тонн льоду, що еквівалентно приблизно 80 мільйонам олімпійських плавальних басейнів.

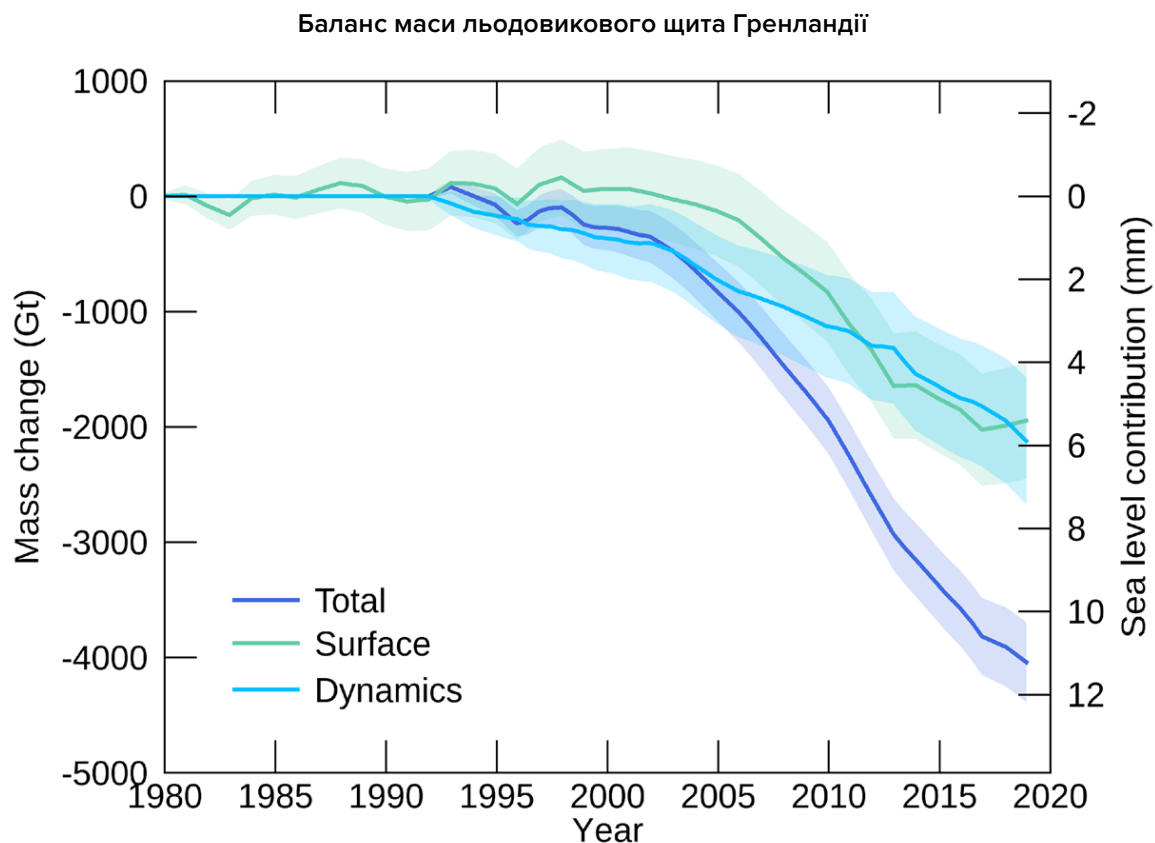


Рис. 47

Загальна кумулятивна зміна маси Гренландського льодовикового щита, розділена на дві складові: поверхневу і динамічну (частина втрати маси льодовика, викликана його рухом і відколом айсбергів). Зміна відносно 1992 року. Джерело даних: IMBIE (Shepherd et al., 2020), Credit: IMBIE/ESA/NASA.

На поверхні Гренландського льодовикового щита течуть річки та виникають озера, проте дивно, що річки та озера виявляють і під поверхнею льодовика, товщина якого 1,5 км. На сьогодні відомо про 60 підльодовикових озер²⁹.

Загальновідомою причиною формування озер є геотермальне тепло і тала вода, що стікає тріщинами. Озера з'являються, тому що сьогодні льодовики тануть і зверху, і знизу.

²⁸ Briner, J. P., Cuzzzone, J. K., Badgley, J. A., Young, N. E., Steig, E. J., Morlighem, M., Schlegel, N.-J., Hakim, G. J., Schaefer, J. M., Johnson, J. V., Lesnek, A. J., Thomas, E. K., Allan, E., Bennike, O., Cluett, A. A., Csatho, B., de Vernal, A., Downs, J., Larour, E., & Nowicki, S. (2020). Rate of mass loss from the Greenland Ice Sheet will exceed Holocene values this century. *Nature*, 586(7827), 70–74. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2742-6>

²⁹ Bowling, J. S., Livingstone, S. J., Sole, A. J., & Chu, W. (2019). Distribution and dynamics of Greenland subglacial lakes. *Nature Communications*, 10(2810). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10821-w>

Група американських учених під керівництвом професора Ральфа фон Фрезе з Університету штату Огайо, використовуючи гравітаційні дослідження, оцінили товщину земної кори Гренландії та виявили, що найбільше танення льодовиків спостерігається в північній частині острова, де найбільш тонка земна кора. У цьому регіоні спостерігається підвищений геотермальний потік через мантийний плум, що піднімається³⁰.

Такого ж висновку дійшли і вчені міждисциплінарного колективу під

керівництвом співробітників Інституту фізики Землі імені О. Шмідта Ірини Рогожиної та Олексія Петруніна³¹. За даними сейсмічної томографії, дослідники виявили в надрах Гренландії мантийний плум.

Потік магми піднімається від межі ядра і мантиї, його край підбирається до поверхні Землі якраз під центральною частиною острова і, ймовірно, може бути додатковою причиною, яка розтоплює лід. Саме в цій області розташовується найбільша кількість підльодовикових озер (Рис. 48–49).

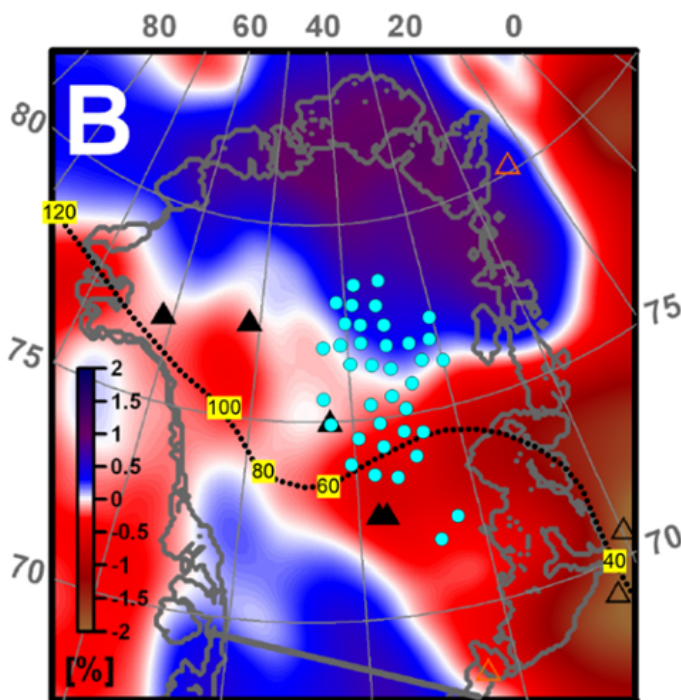


Рис. 48

Сейсмічна томографія Гренландії на глибині 150 км. Червоним кольором виділено низькошвидкісні ділянки, що відповідають областям із підвищеною температурою. Пунктирна лінія — одна з реконструкцій «проходження» плуму із зазначеннями віку в млн років. Блакитні точки — ділянки, де результати радарної зйомки показали наявність води під льодовиком. Джерело: Rogozhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>

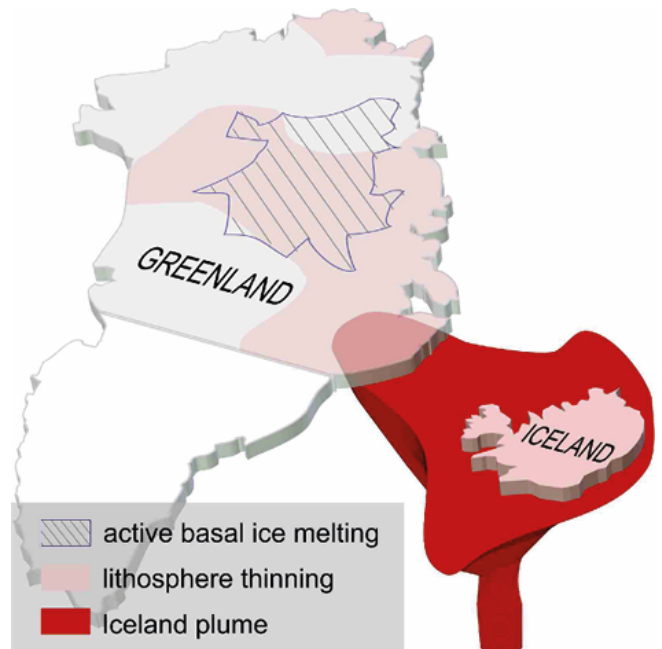


Рис. 49

Ілюстрація Івана Кулакова, російського вченого-геофізика, фахівця в галузі геофізики та геодинаміки, члена-кореспондента РАН. Джерело: Таненню льодів Гренландії сприяє Ісландський плум https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325 (дата доступу 01.02.2024)

³⁰van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>

³¹Rogozhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>

Вчені розрахували теоретичний тепловий потік, який відповідає цьому магматичному плюму і з'ясували, що цього тепла достатньо, щоб нагріти підшву льодовика до плавлення льоду. Подібні результати виходили після

цього у багатьох дослідників, зокрема й із застосуванням машинного навчання^{32,33}. Дослідження вчених з університету Тохоку, в Японії, уточнили будову магматичного плюму під Гренландією³⁴ (Рис. 50–51).

Магматичний плюм під Гренландією, модель

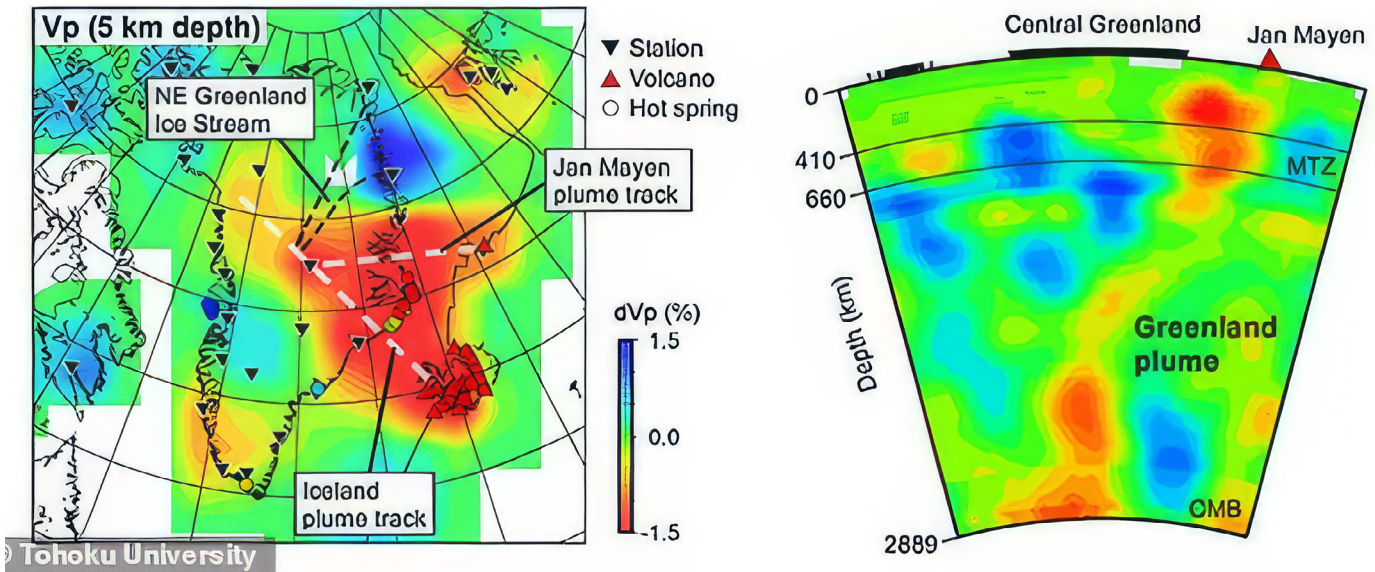


Рис. 50

Співставлення сейсмічної швидкісної структури та геотермального теплового потоку. Синім і червоним кольором позначені високі та низькі швидкості поздовжніх хвиль відповідно. Червоним показані області низьких швидкостей, які асоційовані з розплавленими потоками магматичного плюму.

Джерело: Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P Wave Tomography Beneath Greenland and Surrounding Regions: 1. Crust and Upper Mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>

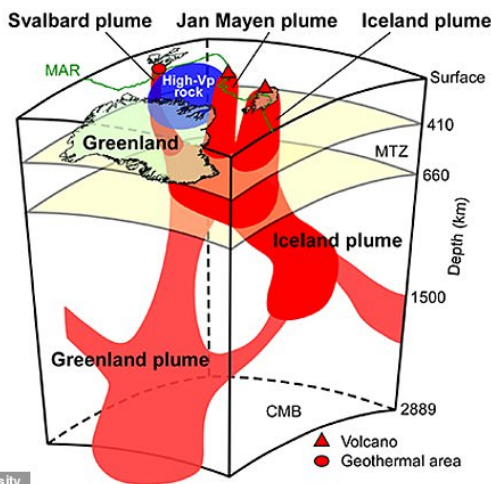


Рис. 51

Схема основних тектонічних особливостей і магматичних плюмів під Гренландією та її околицями. Гренландський плюм має два відгалуження, постачаючи тепло до активних зон Ісландії, Ян-Майєна та геотермальної зони на Шпіцбергені. Розплавлені породи піднімаються від границі ядра і мантії, прискорюючи танення льоду в центрі Гренландії і підвищуючи рівень моря.

Джерело: Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). <https://doi.org/10.1029/2020JB019837>

³² Rezvanbehbahani, S., Stearns, L. A., Kadivar, A., Walker, J. D., & van der Veen, C. J. (2017). Predicting the Geothermal Heat Flux in Greenland: A Machine Learning Approach. *Geophysical Research Letters*, 44(24), 12,271–12,279. <https://doi.org/10.1002/2017gl075661>

³³ Rysgaard, S., Bendtsen, J., Mortensen, J., & Sejr, M. K. (2018). High geothermal heat flux in close proximity to the Northeast Greenland Ice Stream. *Scientific Reports*, 8(1344). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19244-x>

³⁴ Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P Wave Tomography Beneath Greenland and Surrounding Regions: 1. Crust and Upper Mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>

Таким чином, згідно з дослідженнями японських, російських і німецьких учених, у центральній частині Гренландії, так само як і в Антарктиді, знаходиться магматичний плюм, який є можливою причиною прискореного сповзання льодовиків Гренландії в останні десятиліття.

Ймовірно, що два найбільших льодовикових регіони світу — Антарктида і Гренландія — тануть не тільки через антропогенний фактор, а й додатково через підвищення геотермального тепла з надр, причому тепло наростає, на що вказують експоненційні тренди танення льодовиків.

Це своєю чергою свідчить про активізацію магматичних плюмів під Західною Антарктидою і Центральною Гренландією з 1995 року.

Мета надання цієї інформації — акцентувати увагу на аномальній кількості акумульованої енергії всередині планети. Її настільки багато, що вона активізувала магматичні плюми, які почали розтоплювати льодовики по експоненті. І цей процес прискорюється. Це свідчить про зростання планетарної магматичної активності, яка може стати додатковою серйозною небезпекою для життя людей.

Нагрівання нижніх шарів атмосфери

Наслідком нагрівання світового океану є безпрецедентне нагрівання нижніх шарів атмосфери. На Рис. 52 представлений графік, який демонструє безпрецедентне зростання середніх температур у всьому світі в період з 1850 по 2023 рік. У 2023 році значення

температури побили історичний рекорд. За словами заступника директора Служби зі зміни клімату «Коперник» (CCC) Саманти Берджесс, 2023 рік став найспекотнішим принаймні за останні 100 000 років³⁵.

2023 рік став найспекотнішим роком у світі за всю історію спостережень

Зростання поверхневої температури у світі порівняно із середнім значенням за доіндустріальний період 1850–1900 років (°C)

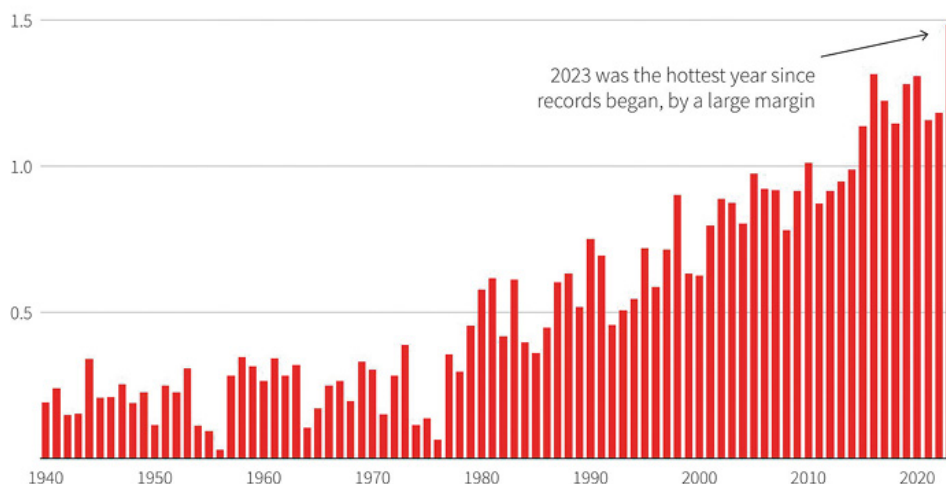


Рис. 52

Підвищення глобальної приземної температури порівняно із середнім значенням за доіндустріальний період 1850–1900 рр. (°C)
Джерело: Служба зі зміни клімату «Коперник»/ECMWF

³⁵ Джерело: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>

Головний кліматолог NASA Гевін Шмідт висловив занепокоєння з приводу рекордно високих температур у 2023 році, які, за його словами, не лише перевищили попередні рекорди, а й вказали на наявність невідомих процесів нагрівання, що перевищують звичайні довгострокові тенденції попередніх моделей. Він заявив: «Довгострокові тенденції нам зрозумілі, і вони обумовлені парниковими газами, антропогенним впливом... Але те, що сталося 2023 року, було саме цим, а потім ще плюс дещо. І це «плюс дещо» набагато більше, ніж ми очікуємо або поки що можемо пояснити»³⁶.

Також відбувається наростання дисбалансу між енергією, що надходить від Сонця і

виходить від Землі (Рис. 53). Графік вказує на те, що в атмосфері Землі накопичується енергія по експоненті. Це відбувається за рахунок підвищення тепла від викидів парникових газів і додатково від підйому магми з надр, а також через зниження функції океану й атмосфери ефективно відводити тепло від поверхні Землі в космос. Станом на березень 2023 року в річному обчисленні EEI (Earth Energy Imbalance — дисбаланс енергії Землі) становив 1,61 Вт на квадратний метр, що в глобальному масштабі дорівнює енергії приблизно 13 атомних бомб, що скидаються щосекунди на Землю, такої самої потужності, які були скинуті на Хіросіму.



Рис. 53

Експоненційне зростання дисбалансу енергії Землі або EEI (Earth Energy Imbalance), що вказує на різницю між вхідною сонячною радіацією і вихідною радіацією від усіх джерел.

© Leon Simons. Джерело даних: NASA CERES EBAF-TOA All-sky Ed4.2 Net flux, 2000/03–2023/05.

³⁶ Джерело: <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>

Зміни верхніх шарів атмосфери

Важливо зазначити, що зміни відбуваються не тільки в нижніх шарах атмосфери (тропосфері), а й у середніх і верхніх її шарах. На Рис. 54 наведено загальну схему будови атмосфери.

Термосфера, одна з верхніх частин атмосфери, зазнала рекордного скорочення щільності³⁷. З 2007 року, незрозуміло для вчених, щільність термосфери на висоті 400 км знизилася від 1,7 до 7,4 % за 10 років³⁸. Це підтверджується даними більш ніж по 10 000 орбітах супутників, які знаходяться в термосфері. Якщо зменшення щільності термосфери не зупиниться, то ризик зіткнення або падіння супутників може стати дуже високим. До того ж, термосфера сильно змінює свою щільність під час геомагнітних бур, які спричиняються спалахами на Сонці. Якщо розуцільнення термосфери продовжиться тими самими темпами, то в поєднанні з сильним спалахом на Сонці це може призвести до повного виведення з ладу всіх навігаційних і супутникових мереж, включно з всесвітньою мережею інтернет.

Також зміни відбулися і в мезосфері³⁹ (на висотах від 50 до 90 км), і стратосфері (на висотах від 18 до 50 км), які суттєво охололи за останні 30 років (Рис. 55–56). Зниження температури в середній

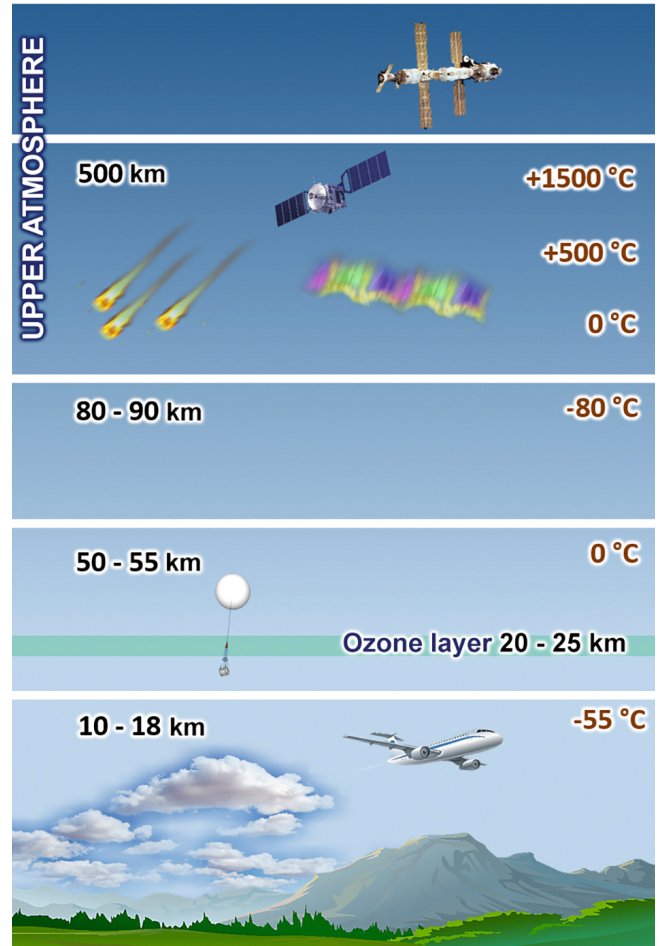


Рис. 54

Atmospheric Layers

атмосфері достовірно встановлено на основі спостережень різними методами⁴⁰. Також, за даними 1980–2018 рр., товщина стратосфери зменшилася в середньому на 400 метрів⁴¹.

³⁷ Emmert, J. T., Lean, J. L., & Picone, J. M. (2010). Record-low thermospheric density during the 2008 solar minimum. *Geophysical Research Letters*, 37(12). <https://doi.org/10.1029/2010gl043671>

³⁸ Данилов О. Д., Константинова А. В. Довготривалі варіації параметрів середньої та верхньої атмосфери й іоносфери (огляд) // Геомагнетизм і аерономія, 2020, том 60, № 4, с. 411–435. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>

³⁹ Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

⁴⁰ Данилов О. Д., Константинова А. В. Довготривалі варіації параметрів середньої та верхньої атмосфери й іоносфери (огляд) // Геомагнетизм і аерономія, 2020, том 60, № 4, с. 411–435. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>

⁴¹ Pisoft, P., Sacha, P., Polvani, L. M., Añel, J. A., de la Torre, L., Eichinger, R., Foelsche, U., Huszar, P., Jacobi, C., Karlicky, J., Kuchar, A., Mikovsky, J., Zak, M., & Rieder, H. E. (2021). Stratospheric contraction caused by increasing greenhouse gases. *Environmental Research Letters*, 16, 064038. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfe2b>

Одночасно зі зниженням щільності й температури зафіксовано зміну хімічного складу атмосфери: зокрема, зниження концентрації кисню у верхніх шарах атмосфери (термосфері) до 60 %. На висоті 130 км у середніх широтах концентрація

O₂ (молекулярного кисню) зменшилася у 2–4 рази^{42,43}. Крім того, спостерігається зменшення вмісту атомарного кисню у верхній атмосфері⁴⁴.

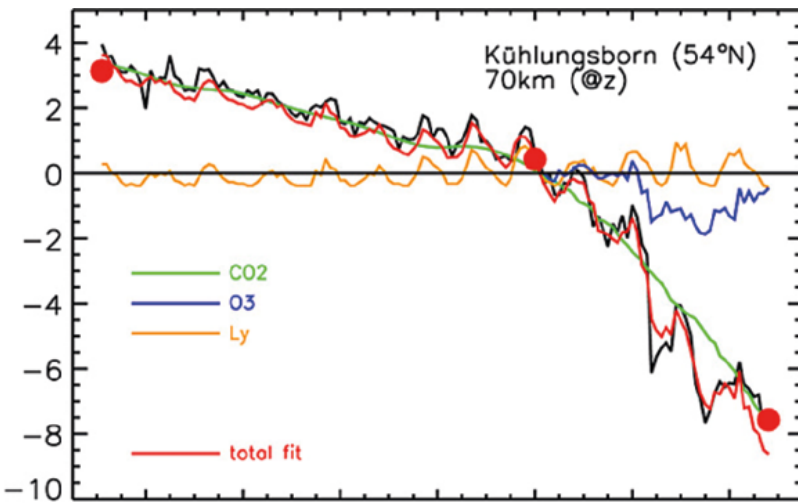


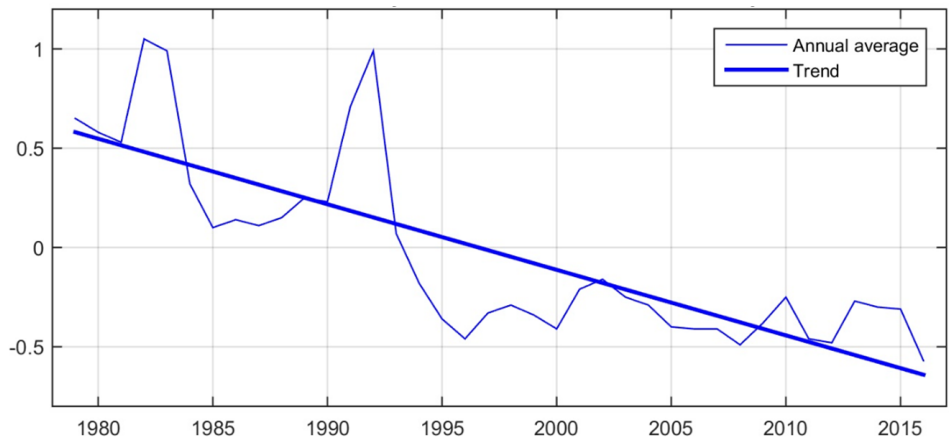
Рис. 55

Температурні аномалії в мезосфері. Температура в мезосфері знизилася приблизно на 5–7 К на барометричних висотах і до 10–12 К на геометричних висотах. Джерело: Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

Середньорічні аномалії глобальної температури в стратосфері

Рис. 56

Середньорічні аномалії температури повітря в стратосфері. Температурні аномалії за даними університету Алабами в Гантсвіллі (відносно 1981–2010 рр.), отримані з полярних орбітальних супутників NOAA і скориговані за методом Fu et al. (2004). Джерело даних: www.ncdc.noaa.gov



Усі зміни в середній та верхній атмосфері вказують на процеси глобальних змін у системі планети Земля.

⁴²Гівишвілі Г. В., Лещенко Л. М. Багаторічний тренд реакції Е-шару іоносфери на сонячні спалахи, Сонячно-земна фізика. Т. 8. № 1. С. 51–57. 2022. <https://doi.org/10.12737/szf-81202206>

⁴³Гівишвілі Г. В., Лещенко Л. М. Про причини охолодження й осідання середньої та верхньої атмосфери, Вісник РАН. Фізика атмосфери та океану. Т. 58. № 5. С. 601–614. 2022. <https://doi.org/10.31857/S0002351522050042>

⁴⁴Данилов О. Д., Константинова А. В. Зменшення атомного кисню у верхній атмосфері // Геомагнетизм і аерономія. Т. 54. № 2. С. 239–245. 2014. <https://doi.org/10.1134/s0016793214020066>

Частина 2

ПРИЧИНИ ГЛОБАЛЬНОЇ КАТАСТРОФИ

Таке стрімке і раптове зростання кліматичних, атмосферних і геодинамічних катаклізмів в усьому світі свідчить про те, що в поєднанні з антропогенним фактором з'явилася величезна кількість додаткової енергії всередині нашої Землі. Під земною корою знаходиться складна термодинамічна система, яка функціонує протягом мільярдів років. Завдяки її стійкості можливе життя на Землі. Проте будь-які зміни в одному з підземних шарів впливають на всю систему, включно з поверхневим шаром, де проживає людська популяція.

БУДОВА ЗЕМЛІ

Атмосфера Землі

Екзосфера
Це верхній шар земної атмосфери. Він відокремлює атмосферу від наступного шару.

Термосфера
Надзвичайно гарячий шар із дуже високими температурами, оскільки поглинає більшу частину сонячного випромінювання.

Мезосфера
Мезосфера складається з розрідженого повітря, що містить невелику кількість кисню та деяких інших газів.

Стратосфера
Шар із холодним важким повітрям внизу і теплим повітрям угорі. У стратосфері знаходиться озоновий шар. Він захищає нас від сонячного ультрафіолетового випромінювання.

Тропосфера
Найнижчий шар земної атмосфери. Майже всі процеси утворення хмар і погодні явища відбуваються в цьому шарі.

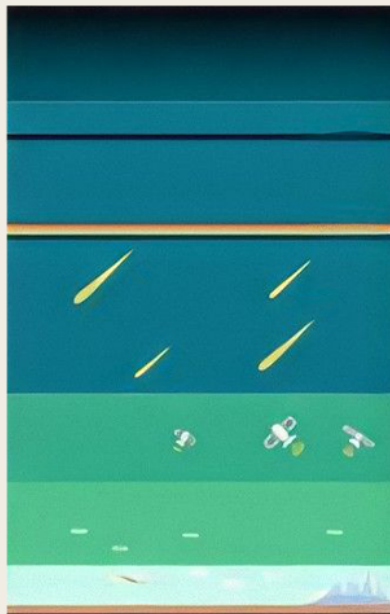
Екзосфера
700–10 000 км /
140–6200 миль

Термосфера
80–700 км /
50–440 миль

Мезосфера
50–80 км /
31–50 миль

Стратосфера
12–50 км /
7,3–31 миль

Тропосфера
0–12 км /
0–7,5 миль



Внутрішня Земля

Літосфера
Тверда зовнішня оболонка Землі, що включає земну кору та частину верхньої мантії.

Астеносфера
Надзвичайно гаряча зона під літосферою, що складається з частково розплавлених порід.

Мантія
Верхня і нижня мантії складаються переважно з твердих порід.

Зовнішнє ядро
Рідкий шар, що складається переважно з таких металів, як залізо і нікель.

Внутрішнє ядро
Гаряча, щільна, тверда куля, що складається із заліза.

Континентальна кора
30 км / 19 миль

Океанічна кора
6 км / 4 миль

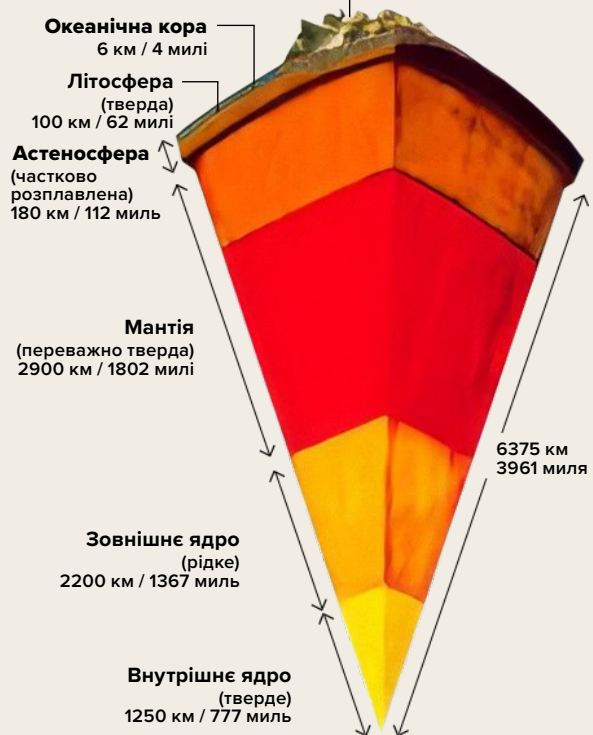
Літосфера (тверда)
100 км / 62 миль

Астеносфера (частково розплавлена)
180 км / 112 миль

Мантія (переважно тверда)
2900 км / 1802 миль

Зовнішнє ядро (рідке)
2200 км / 1367 миль

Внутрішнє ядро (тверде)
1250 км / 777 миль



Зміни планетарного масштабу 1995 року

Розглянемо зміни геофізичних і геодинамічних параметрів Землі, що відбулися з 1995 року. У цей рік наукові лабораторії світу незалежно одна від одної виявляють тривожні планетарні аномалії.

Північний магнітний полюс, який раніше постійно рухався зі швидкістю 10 км/рік, раптово збільшив швидкість до 55 км/рік

і змінив траєкторію в напрямку Сибіру, півострова Таймир (Рис. 57–58)⁴⁵. Нині північний магнітний полюс просунувся на відстань понад тисячу кілометрів у напрямку до Сибіру. Подібного реактивного переміщення магнітного полюса не було зафіксовано за останні 10 000 років⁴⁶.

Швидкість руху північного магнітного полюса (км/рік)

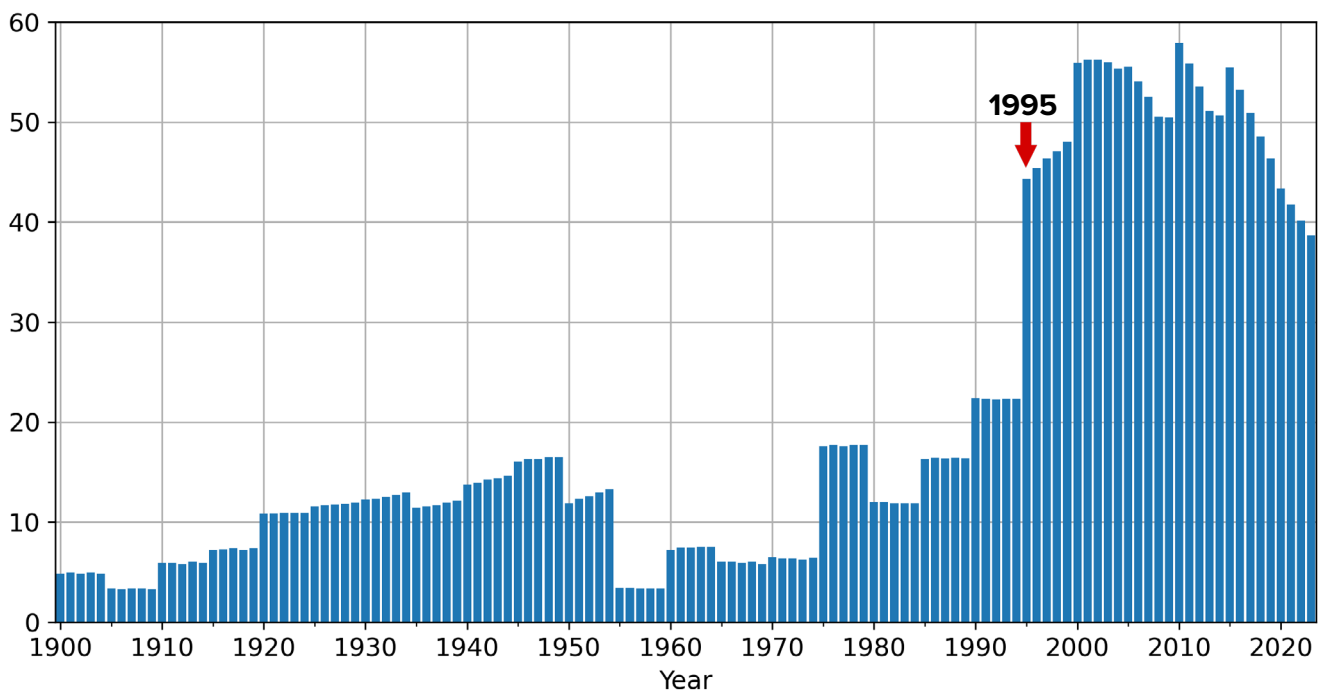


Рис. 57

Швидкість руху північного магнітного полюса (км/рік)

Джерело: дані положення північного магнітного полюса NOAA: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/NP.xy>

⁴⁵ Дяченко О. І. Магнітні полюси Землі. // М.: МЦБМО, 2003. 48 с.

⁴⁶ Андросова Н. К., Баранова Т. І., Семікіна Д. В. Геологічне минуле і сьогодення магнітних полюсів землі. // Науки про Землю / Colloquium-journal, № 5 (57), 2020. DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388

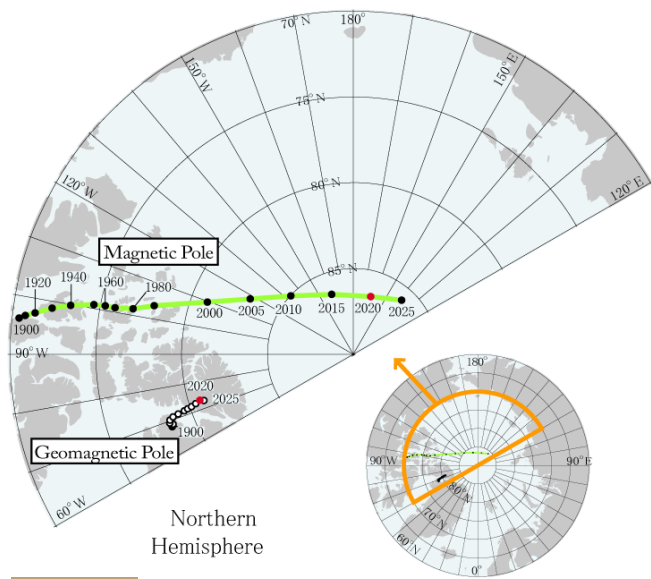


Рис. 58

Розташування геомагнітних полюсів і магнітних полюсів, за даними IGRF-13, з 1900 по 2015 рік з розбивкою на 5 років та на 2020 (червоний) і 2025 роки (прогноз).
Джерело: World Data Center for Geomagnetism, Kyoto

У 1995 році було зафіксовано збій в обертанні Землі: змінився напрямок осі обертання планети і швидкість її переміщення збільшилася в 17 разів. Згідно з дослідженнями, «точку перелому полярного дрейфу встановлено в жовтні 1995 року»⁴⁷.

Також до 1995 року вчені відмічали сповільнення обертання планети, а в 1995 і 2016 роках відбулися різкі стрибки в прискоренні обертання Землі, які не мають аналогів в історії спостережень (Рис. 59). За даними Центру орієнтації Землі Паризької обсерваторії, у 1995 і 2016 роках тривалість доби починала зменшуватися на кілька мілісекунд, що свідчить про те, що Земля оберталася швидше, ніж зазвичай. Тривалість доби визначається як час, за який Земля робить один оберт навколо своєї осі.

Відхилення тривалості доби в мілісекундах за період з 1962 по 2023 рік

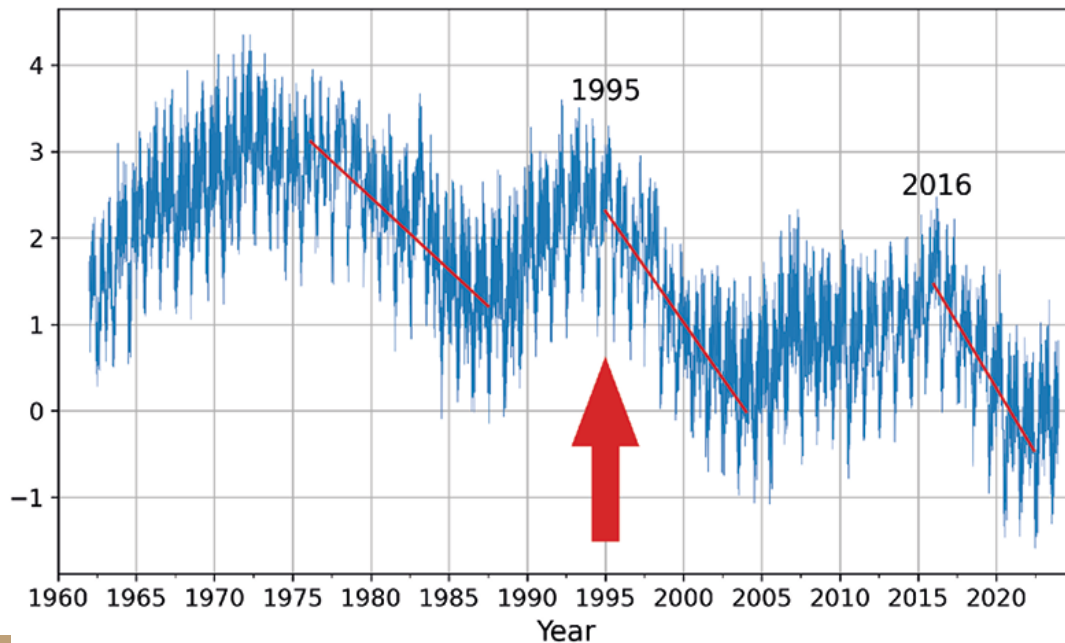


Рис. 59

Відхилення тривалості доби в мілісекундах за період з 1962 по 2023 рік. На рисунку червоні лінії — це лінії трендів, які показують, з якою швидкістю скорочується доба. Наприклад, ліва лінія більш полого, тоді як права лінія, лінія прискорення з 2016 року, вже практично вертикальна, тобто доба скорочується в рази швидше, а отже планета обертається швидше.
Джерело даних: Центр орієнтації Землі в Паризькій обсерваторії (IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory).
Довжина дня — Параметри орієнтації Землі:

https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223

⁴⁷Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L., & Bauer-Gottwein, P. (2021). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes. *Geophysical Research Letters*, 48(7).
<https://doi.org/10.1029/2020gl092114>

Таким чином, у 1995 році відбулася різка й одночасна зміна трьох геофізичних параметрів Землі:

- прискорення дрейфу північного магнітного полюса;
- зміна напрямку і прискорення дрейфу осі обертання;
- прискорення обертання планети.

Кожен із цих параметрів залежить від ядра Землі, тобто магнітне поле створюється геодинамо в ядрі Землі, а швидкість обертання планети та її вісь залежать від центру мас Землі (внутрішнього ядра). Звідси можна зробити висновок, що 1995 року почалися значні й аномальні зміни в ядрі Землі, які потребують колосальних енергетичних затрат.

З цими змінами в ядрі Землі також пов'язане ослаблення магнітного поля

планети, яке захищає все живе від смертельної космічної та сонячної радіації. Вчені з тривогою спостерігають за змінами, що відбуваються в магнітному полі: в останні 50 років відзначається різке падіння його напруженості⁴⁸, тобто ослаблення, і, згідно з прогнозом, ця тенденція продовжиться (Рис. 60). За минуле століття напруженість магнітного поля знизилася на 10–15 %, а останніми роками цей процес помітно прискорився. До того ж йдеться про найбільше ослаблення за останні 12 000–13 000 років. Ослаблення магнітного поля відбувається на планеті нерівномірно. Є зони, де магнітне поле ослабло на 30 %, — це відбувається в південній частині Атлантичного океану і в Південній Америці, в районі, який називається Південно-Атлантичною магнітною аномалією.

Величина дипольного магнітного моменту Землі в період з 1900 по 2020 рік

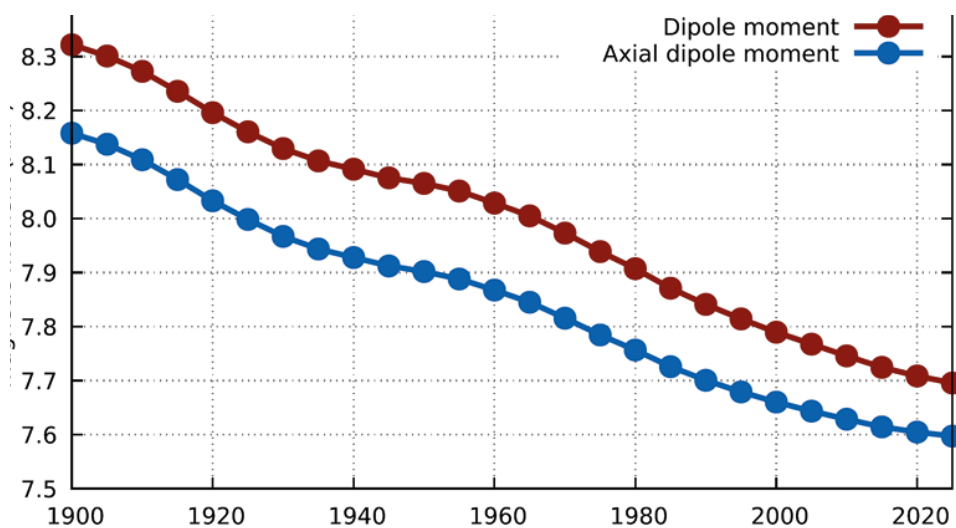


Рис. 60

Величина дипольного магнітного моменту Землі в період з 1900 по 2020 рік. На графіку показано, як зменшувалася сила дипольного магнітного поля Землі з 1900 року і як, згідно з прогнозом, вона зменшуватиметься далі. Червоним кольором відмічено, що ця тенденція спаду тривала до 2020 року, і очікується, що триватиме у 2025 році.

Джерело: Alken, P., Thébault, E., Beggan, C.D. et al. (2021). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth Planets Space* 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>

⁴⁸ Тарасов Л. В. Земний магнетизм: Навчальний посібник // Долгопрудний: Видавничий Дім «Інтелект», 2012. — 184 с.

Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>

Аналогічних висновків дійшли і данські вчені, проаналізувавши результати спостережень за станом магнітного поля Землі з данського супутника «Орстед». У південній частині Атлантичного океану і в Арктиці вони виявили зони з аномально малою інтенсивністю магнітного поля, які назвали магнітними дірами. Наявність таких «дірок», вважають учені, загрожує збоями в роботі навігаційної техніки на супутниках, літаках і кораблях, порушенням радіозв'язку, втратою орієнтації птахами, які мігрують, та багатьом іншим, ще страшнішим і непередбачуваним, аж до сплеску ракових захворювань, оскільки в зонах «магнітних дірок» Земля і все, що живе на ній, позбавляється захисту від космічного

випромінювання.

Останніми кількома роками спостерігається аномальний прояв наслідків ослаблення магнітного поля. Червоні полярні сьйва фіксуються в нехарактерних для них регіонах Землі і навіть там, де раніше їх ніколи не було, особливо активно починаючи з 2023 року.

Згідно з існуючою теорією, за формування магнітного поля відповідальні потоки розплавленого заліза, що рухаються навколо твердого ядра планети. 2013 року вчені з університету Лідса встановили, що всі ці зміни магнітного поля почали відбуватися через прискорення потоку рідкого заліза в зовнішньому ядрі Землі⁴⁹ (Рис. 61), яке, ймовірно, розпочалося в 1995 році.

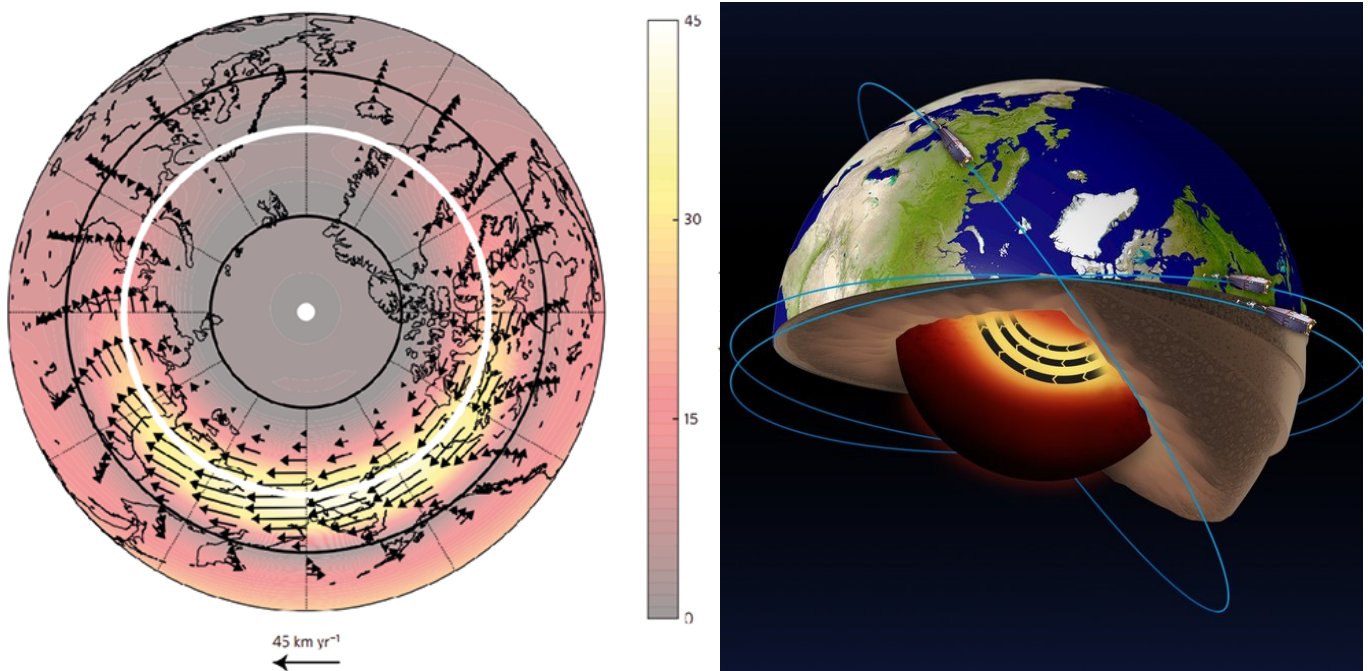


Рис. 61

Аналіз супутникових даних ЕКА Swarm показав наявність реактивного струменя в рідкій залізній частині ядра Землі на глибині 3000 км під поверхнею. А також те, що ця реактивна течія прискорюється.

Джерело: ЕКА

Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

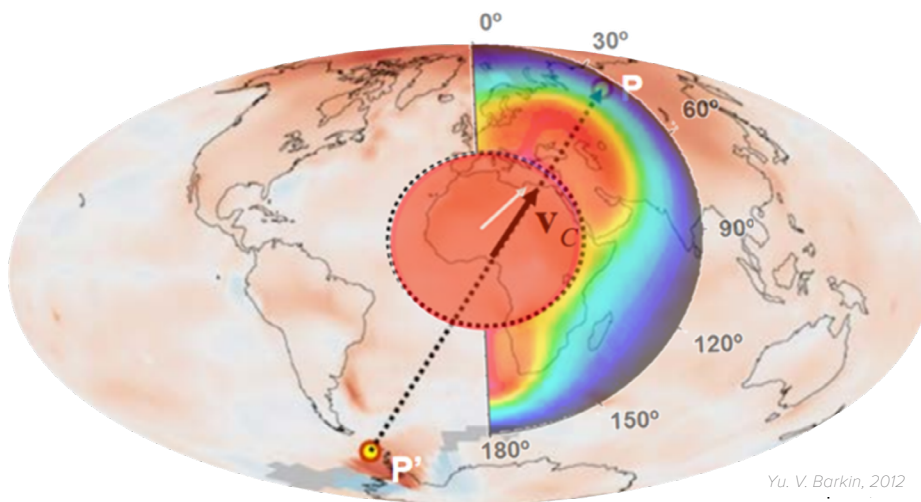
⁴⁹Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

Стрибок ядра Землі в 1998 році

Учені, використовуючи супутникові дані досліджень центру мас Землі, у 1997–1998 рр. зафіксували безпрецедентне явище — стрибок внутрішнього ядра Землі⁵⁰. Як наслідок ядро планети змістилося на північ, по лінії від Західної Антарктиди до Західного Сибіру, до півострова Таймир, Російська Федерація (Рис. 62).

Одночасно з цим чотири різні наукові колективи незалежно один від одного зафіксували аномальні зміни різних геофізичних параметрів Землі, що свідчать про цю подію. За супутниковими даними колектив авторів із МДУ та Інституту фізики

Землі РАН встановив стрибок центру мас Землі в 1998 році⁵¹ (Рис. 63). У той самий період Міжнародна служба обертання Землі (МСОЗ) зафіксувала різке прискорення обертання планети (Рис. 64). У цей час на станції Медічина в Італії вчені зафіксували стрибок сили тяжіння⁵² (Рис. 65). Одночасно з цим спостерігалася різка зміна форми Землі⁵³ (Рис. 66), виміряна за допомогою системи лазерної дальнометрії із супутників США. Планета стала аномально розширюватися в області екватора, хоча досі тенденція була протилежною.



Yu. V. Barkin, 2012

Рис. 62

Стрибок ядра в 1997-1998 рр. і теплові хвилі в магмі, що викликані зміщенням ядра. Ю. В. Баркін.

Карта ілюструє вектор зміщення внутрішнього ядра за лінією від Західної Антарктиди до Західного Сибіру, півострова Таймир. Схема нанесена на карту теплових аномалій атмосфери.

Джерело: Геофізичні наслідки відносних зсувів і коливань ядра та мантії Землі. Презентація Ю. В. Баркіна, Москва, ІФЗ, ЗМТС. 16 вересня 2014 року.

⁵⁰ Баркін Ю. В. Синхронні стрибки активності природних планетарних процесів у 1997-1998 рр. і їхній єдиний механізм. // Геологія морів і океанів: Матеріали XIX Міжнародної наукової конференції з морської геології. — ГЕОС Москва, том 5, с. 28–32, 2011.

Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences. *Physics & Astronomy International Journal*, 2(4), 310–321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>

⁵¹ Зотов Л. В., Баркін Ю. В., Любушин О. О. Рух геоцентру і його геодинаміка. Тр. конф. «Космічна геодинаміка і моделювання глобальних геодинамічних процесів». // Новосибірськ, 22–26 вересня 2009 р., Сибірське відділення РАН. Новосибірськ, Гео, 2009, сс. 98–101.

⁵² Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics* 35(4-5), 521–539. [https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)

⁵³ Cox, C., & Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>

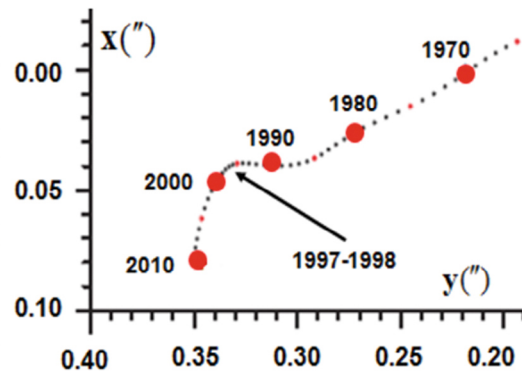
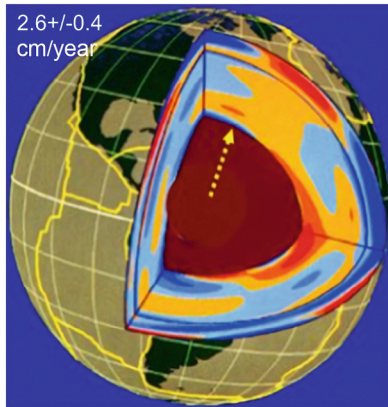


Рис. 63

Внутрішня будова Землі, напрямок вікового дрейфу центру мас Землі і траєкторія його полюса на поверхні Землі в 1990–2010 рр. з поворотом майже на 90° в 1997–1998 рр. у напрямку в бік півострова Таймир.
 Джерело: Смольков // Геліогеофізичні дослідження. Випуск 25, 14–29, 2020. <http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=569> (дата доступу: 01.02.2024)
 Джерело графіка: Баркін Ю. В., Кліге Р. К., 2012.

Рис. 64

У 1998 році Міжнародна служба обертання Землі (МСОЗ, IERS) зафіксувала різке прискорення обертання планети.

Джерело даних: Центр орієнтації Землі в Паризькій обсерваторії (IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory).

Довжина дня — Параметри орієнтації Землі: https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOP-C04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223

Відхилення тривалості доби в мілісекундах за період з 1962 по 2023 рік

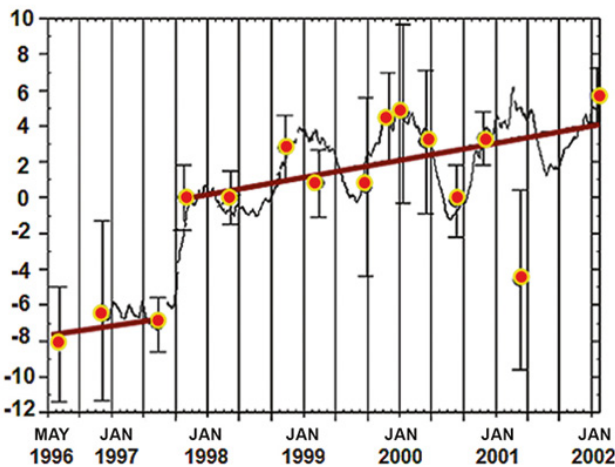
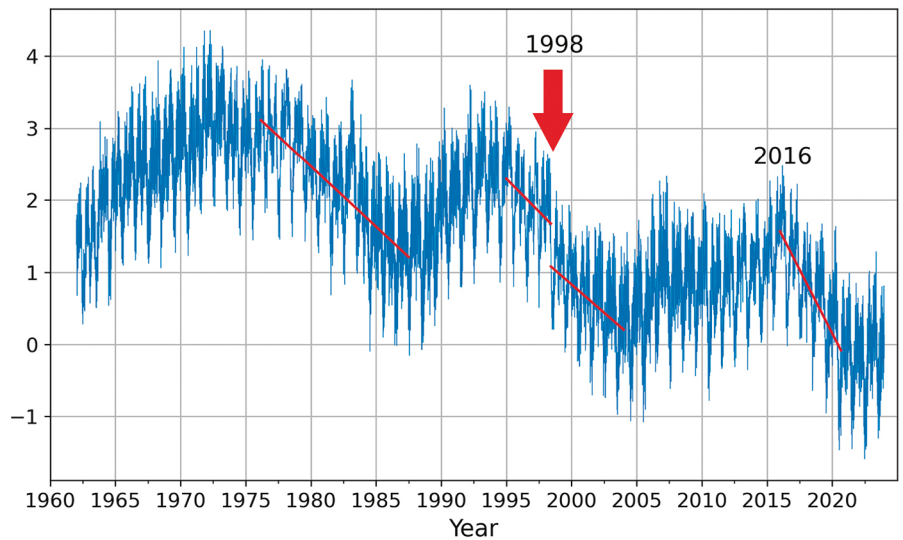


Рис. 65

На гравіметричній станції Медіцина в Італії в 1997–1998 рр. зафіксували стрибок сили тяжіння Землі.

Джерело: Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521–539. [https://doi.org/10.1016/s0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/s0264-3707(03)00012-7)

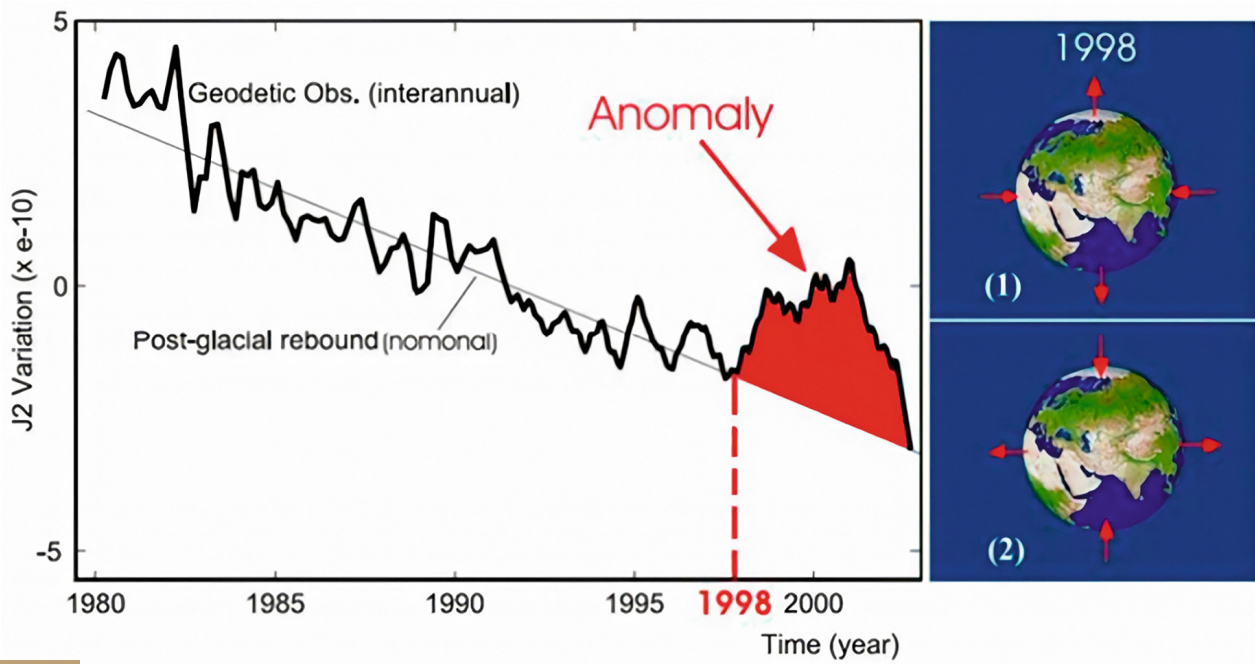


Рис. 66

1998 року за допомогою вимірювань, зроблених системою лазерної дальнометрії Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (DORIS), Франція, було відмічено різку зміну форми Землі: вона розширилася в об'ємі. Джерело: Cox, C., & Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>

На думку доктора фізико-математичних наук, професора Ю. В. Баркіна, доктора технічних наук, професора Г. Я. Смолькова⁵⁴, доктора географічних наук, професора М. Л. Арушанова⁵⁵, академіка РАН, заслуженого професора МДУ ім. Ломоносова, доктора геолого-мінералогічних наук В. Є. Хаїна⁵⁶ та багатьох інших вчених, стрибок

ядра став причиною змін у всіх оболонках Землі.

Значне зміщення ядра Землі, яке можна порівняти за розмірами з Місяцем, ставить перед нами питання про природу і масштаб впливу або сил, здатних викликати подібні зміни внутрішньої структури планети.

⁵⁴ Стрибокподібні зміни трендів геодинамічних і геофізичних явищ у 1997-1998 рр. Автори: Баркін Ю. В., Смольков Г. Я. Всеросійська конференція з сонячно-земної фізики, присвячена 100-річчю від дня народження члена-кореспондента РАН В. Є. Степанова (16–21 вересня 2013 р., м. Іркутськ), м. Іркутськ, 2013.

⁵⁵ Арушанов М. Л. Причини зміни клімату Землі як результат космічного впливу, що розвіює міф про антропогенне глобальне потепління. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, сс. 4–14. 2013. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

⁵⁶ КОМЮНИКЕ та перша доповідь ІС GCGE GEOCHANGE «Глобальні зміни довкілля: загроза для розвитку цивілізації». Том 1. Лондон, 2010, ISSN 2218-5798

Взаємозв'язки геодинамічних і кліматичних процесів

Резюмуючи вищевикладені факти, можна зазначити, що в останні кілька десятиліть у різних оболонках Землі почали відбуватися такі аномальні зміни:

1. Зміна геофізичних параметрів планети

Аномальне прискорення обертання Землі з 1995 року.

Різке зміщення і прискорення дрейфу осі обертання планети в 1995 році.

2. Зміна геомагнітних параметрів ядра Землі

Різке прискорення дрейфу північного магнітного полюса в 1995 році. Зниження інтенсивності магнітного поля, збільшення розміру магнітних аномалій.

3. Ядро

Прискорення течії рідкого заліза в зовнішньому ядрі з 1995 року. У 1997–1998 рр. стрибкоподібне зміщення внутрішнього ядра по лінії від Західної Антарктиди до Західного Сибіру, до півострова Таймир.

4. Мантия

Стрімке зростання числа глибокофокусних землетрусів на глибині від 300 км до 750 км з 1995 року.

5. Літосфера

Зростання сейсмічної активності з 1995 року, поява землетрусів на територіях, де раніше вони ніколи не фіксувалися.

Аномальна вулканічна і магматична активність, зміна складу лав, що виливаються.

Прискорене танення льодовиків знизу вгору через підвищення тепла з надр над магматичними плюмами з 1995 року.

6. Океан

Безпрецедентне зростання температур поверхні океану та його випарів.

7. Атмосфера

Охолодження стратосфери та мезосфери, розущільнення термосфери, зменшення концентрації атомарного та молекулярного кисню в різних шарах атмосфери. Зростання глобальних температур повітря в тропосфері.

Екстремальне зростання сили та кількості ураганів, повеней, пожеж, посух, торнадо.

У цій доповіді представлено модель взаємозв'язку геодинамічних і кліматичних процесів. Цю модель було розроблено з метою пояснення одночасного порушення рівноваги всіх шарів Землі та появи аномалій у геодинаміці планети. Це супроводжується збільшенням числа екстремальних кліматичних явищ на поверхні Землі. Важливим аспектом моделі є підкреслення зв'язку цих процесів із загрозою, яку становить людська діяльність.

Ймовірно, нині ядро відчуває дисбаланс і нагрівається, що виразилося в прискоренні течії рідкого заліза в зовнішньому ядрі в 1995 році і стрибку внутрішнього ядра в 1998 році. Саме внаслідок прискорення течії рідкого заліза в зовнішньому ядрі почав різко зміщуватися північний магнітний полюс. Згідно з гіпотезою, через зміщення ядра прискорюється обертання планети, зростає її відцентрова сила і деформація по екватору. Через збільшення відцентрової сили магма в мантії починає різко підніматися до поверхні Землі, розмиваючи і нагріваючи літосферу зсередини більше, ніж зазвичай. Океанічна кора тонша, тому вона вразливіша перед натиском магми, що піднімається. Ймовірно, проникнення

магми відбувається повсюдно по всьому океанічному дну. Зростає тепловміст вод океану, з'являються аномальні області з підвищеною температурою морської води. Ймовірно, саме підйом магми призводить до збільшення геотермального потоку з надр, підйому магматичних плюмів під льодовиками Західної Антарктиди і центральної Гренландії, що прискорює танення льодовиків знизу вгору в сукупності з викидами парникових газів. Зростає температура підземних вод у Західному Сибіру та інших регіонах із тонкою земною корою. Очевидно, що підйом магми викликає активізацію вулканічних, сейсмічних і тектонічних процесів, а також, імовірно, збільшує частоту та масштаб катастрофічних кліматичних явищ, таких як аномальні опади, почастищення ураганів, повеней і пожеж. Згідно з моделлю, внаслідок змін у ядрі магнітне поле інтенсивно слабшає, і це призводить до змін у верхніх оболонках атмосфери, її розуцільнення та охолодження, зменшення концентрації кисню через більш інтенсивне проникнення сонячного вітру. Ці чинники своєю чергою, ймовірно, проявляються в аномальних, нетипових полярних сяйвах.



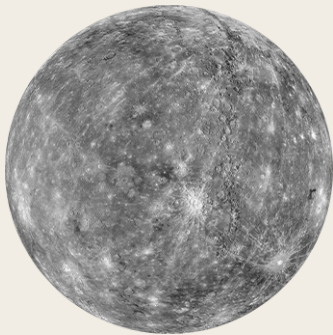
Зміни на інших планетах Сонячної системи

Згідно зі спостереженнями, на інших планетах Сонячної системи, навіть на «мертвих» планетах, синхронно із Землею почали відбуватися ті самі процеси в надрах: з'явилася вулканічна активність, сейсмічна активність і магнітні аномалії. Відповідно до гіпотези, описаної в цій доповіді, це може відбуватися тільки в разі аналогічних змін у ядрах планет Сонячної системи так само, як це відбувається й на Землі.

Як було зазначено раніше, для зміни положення внутрішнього ядра і прискорення течії заліза в зовнішньому ядрі необхідні колосальні обсяги додаткової енергії, яка,

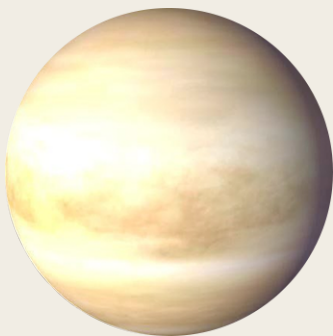
ймовірно, почала надходити в значному обсязі в систему планети Земля в 1995 році. Таким чином синхронні зміни на інших планетах Сонячної системи порушують питання про те, що існує якийсь зовнішній космічний вплив, який впливає на ядра планет.

Ілюстрації нижче демонструють інфографіку про синхронні зміни на планетах Сонячної системи та їхніх супутниках в останні десятиліття. Для підтвердження та доповнення інформації наведено посилання на відповідні наукові джерела.



МЕРКУРІЙ

2011–2015 19 ЗМІН ПОВЕРХНІ МЕРКУРІЯ СПРИЧИНЕНИХ ЕНДОГЕННОЮ АКТИВНІСТЮ
[DOI: 10.1029/2022GL100783](https://doi.org/10.1029/2022GL100783)



ВЕНЕРА

2006–2012 ПОСИЛЕННЯ ВІТРІВ
[DOI: 10.1016/j.icarus.2013.05.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.05.018)

2006–2009 ВИЯВЛЕНО МАГМАТИЧНІ ГАРЯЧІ ТОЧКИ
[DOI: 10.1126/science.1186785](https://doi.org/10.1126/science.1186785)

2012–2018 ЗРОСТАЄ ВУЛКАНІЧНА АКТИВНІСТЬ
[DOI: 10.1051/0004-6361/201833511](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833511)

2020 ДОСЛІДЖЕННЯ У 2020 ПІДТВЕРДИЛИ, ЩО ВЕНЕРА ЗАРАЗ ВУЛКАНІЧНО АКТИВНА
[DOI: 10.1126/sciadv.aax7445](https://doi.org/10.1126/sciadv.aax7445)
[DOI: 10.3847/PSJ/ab8faf](https://doi.org/10.3847/PSJ/ab8faf)
[DOI: 10.1038/s41550-020-1174-4](https://doi.org/10.1038/s41550-020-1174-4)



ЗЕМЛЯ

- 1995 ПРискорений дрейф північного магнітного полюса
[DOI: 10.19080/IJESNR.2022.29.556271](https://doi.org/10.19080/IJESNR.2022.29.556271)
- 3 1995 В Атлантиці значно зросла активність ураганів
[DOI: 10.1038/nature06422](https://doi.org/10.1038/nature06422)
- 1997 (28 лютого М7 і 10 травня М6) землетруси в Ірані, понад 2 600 загиблих
- 1998 (4 лютого і 30 травня) землетруси в Афганістані, понад 7 000 загиблих
- 1998 Найсильніша повінь в історії Бангладеш — затоплено 65 відсотків території країни
- 1998 Сходження зсуву Мальпа, Індія
- 26.05.1998 Екстремальна хвиля спеки, яка досягла 50 °С в Індії
- 30.05.1998 Землетрус в Афганістані 7 балів
- 17.07.1998 Землетрус 7 балів і 15-метрове цунамі в Папуа-Новій Гвінеї
<https://pubs.usgs.gov/publication/70022643>
- липень 1998 Рясні дощі в Китаї зруйнували 2,9 мільйона будинків і знищили понад 9 мільйонів гектарів посівів
https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/content/-/asset_publisher/zaop2IUoYKv/content/flood-yangtze-china-july-1998/
- 1997-1998 Зміщення ядра планети
Зотов Л. В., Баркін Ю. В., Любушин О. О. (2009)
- 1998 Зміна форми землі (коефіцієнт J2)
[DOI: 10.1126/science.1072188](https://doi.org/10.1126/science.1072188)
- 2004 Цунамі в Індонезії
[DOI:10.1785/gssrl.76.3.312](https://doi.org/10.1785/gssrl.76.3.312) and [DOI:10.1186/s40562-014-0015-7](https://doi.org/10.1186/s40562-014-0015-7)
- 2005 Сезон ураганів із найвищим індексом накопиченої енергії циклонів
[DOI:10.1175/2007MWR2074.1](https://doi.org/10.1175/2007MWR2074.1)
- 2005 Ураган Катріна
[DOI:10.1257/jep.22.4.135](https://doi.org/10.1257/jep.22.4.135)



ЗЕМЛЯ

- 2008 **ЗЕМЛЕТРУС У КИТАЇ**
[DOI:10.19044/esj.2023.v19n13p49](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n13p49)
- 2010 **ЗЕМЛЕТРУС НА ГАЇТІ**
[DOI:10.1029/2011GL049799](https://doi.org/10.1029/2011GL049799)
- 2011 **ЗЕМЛЕТРУС У ЯПОНІЇ, В РЕЗУЛЬТАТІ ВИЯВЛЕНО КОСЕЙСМІЧНІ ЗМІНИ СИЛИ ТЯЖІННЯ ВЗДОВЖ СХІДНОГО УЗБЕРЕЖЖЯ**
[DOI:10.1016/j.geog.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2015.10.002)
- 1979–2017 **ПОСИЛЕННЯ АКТИВНОСТІ УРАГАНІВ**
[DOI:10.1073/pnas.1920849117](https://doi.org/10.1073/pnas.1920849117)
- 2012–2017 **АНОМАЛІЇ У ШВИДКОСТІ ОБЕРТАННЯ ЗЕМЛІ, ЯКІ КОРЕЛЮЮТЬСЯ ІЗ СИЛЬНИМИ ЗЕМЛЕТРУСАМИ**
[DOI:10.1016/j.geog.2019.06.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2019.06.002)
- 2020 **НАЙАКТИВНІШИЙ СЕЗОН УРАГАНІВ У ПІВНІЧНІЙ АТЛАНТИЦІ ЗА ВСЮ ІСТОРІЮ СПОСТЕРЕЖЕНЬ (ЗА КІЛЬКІСТЮ)**
[DOI:10.3390/atmos13121945](https://doi.org/10.3390/atmos13121945)
- 2016–2023 **ПРИСКОРЕННЯ ОБЕРТАННЯ ЗЕМЛІ**
datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOP-C04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223
- 2021–2022 **АНОМАЛЬНИЙ ХІМІЧНИЙ СКЛАД І ВЛАСТИВОСТІ ЛАВИ. ВОНА НАДХОДИТЬ ІЗ ВЕЛИКОЇ ГЛИБИНИ. АНОМАЛЬНО ШВИДКІ ВИВЕРЖЕННЯ**
[DOI:10.1038/s41586-022-04981-x](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x)
[DOI:10.1038/s41467-022-30905-4](https://doi.org/10.1038/s41467-022-30905-4) [DOI:10.1029/2023GL102763](https://doi.org/10.1029/2023GL102763)



МІСЯЦЬ

- 1997–1998 **СКАЧОК ЯДРА МІСЯЦЯ**
[DOI:10.18698/2308-6033-2014-10-1335](https://doi.org/10.18698/2308-6033-2014-10-1335)
- 2022 **ВИЯВЛЕНО ТЕПЛОВУ АНОМАЛІЮ В ЗОНІ КОМПТОНА-БЕЛЬКОВИЧА**
[DOI:10.1038/s41586-023-06183-5](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06183-5)
- 2023 **ТЕМПЕРАТУРНА АНОМАЛІЯ МІСЯЧНОГО ҐРУНТУ НА ПІВДЕННОМУ ПОЛЮСІ**
isro.gov.in/Ch3_first_observation_ChaSTE_Vikram_Lander.html
- 26 СЕРПНЯ 2023 **ЗАФІКСОВАНО МІСЯЦЕТРУС**
https://www.isro.gov.in/Ch3_ILSA_Listens_Landing_Site.html



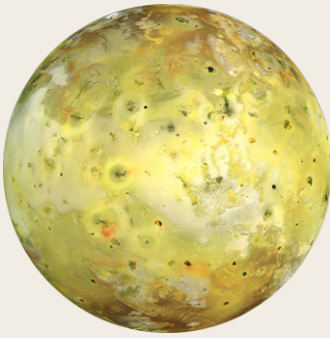
MARCS

- 2000, 2006** ЗАФІКСОВАНО АКТИВНІ ВИКИДИ МЕТАНУ З НАДР
[DOI:10.1126/science.1165243](https://doi.org/10.1126/science.1165243)
- 2014–2020** ЗАФІКСОВАНО АКТИВНІ ВИКИДИ МЕТАНУ З НАДР
[DOI:10.1029/2021EA001915](https://doi.org/10.1029/2021EA001915)
- 2004** У ПІВДЕННІЙ ПІВКУЛІ ВПЕРШЕ МАРСІАНСЬКЕ ПОЛЯРНЕ СЯЙВО НОВОГО ТИПУ
[DOI:10.1038/nature03603](https://doi.org/10.1038/nature03603)
- 2005** РАПТОВЕ СКОРОЧЕННЯ ПІВДЕННОЇ ПОЛЯРНОЇ ШАПКИ
[DOI:10.1007/978-1-4614-4608-8_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4608-8_10)
- 2014–2021** ЗАФІКСОВАНО 278 ДИСКРЕТНИХ ПОЛЯРНИХ СЯЙВ НА МАРСІ
[DOI:10.1029/2021JA029495](https://doi.org/10.1029/2021JA029495)
- 2015** ВІДКРИТТЯ ПРОТОННОГО ПОЛЯРНОГО СЯЙВА
[DOI:10.1038/s41550-018-0538-5](https://doi.org/10.1038/s41550-018-0538-5)
- 2018** НА ПІВДЕННОМУ ПОЛЮСІ ВІЯВИЛИ РІДКУ ВОДУ ПІД КРИЖАНОЮ ШАПКОЮ
[DOI:10.1029/2018GL080985](https://doi.org/10.1029/2018GL080985)
- 2019–2021** СТАЛОСЯ ПОНАД 1300 МАРСОТРУСІВ
[DOI:10.1029/2022JE007503](https://doi.org/10.1029/2022JE007503)
- 2019–2020** НИЗЬКОЧАСТОТНІ ПОВТОРЮВАНІ СЕЙСМОПОДІЇ, ПОВ'ЯЗАНІ З ВУЛКАНІЧНОЮ АКТИВНІСТЮ ПІД CERBERUS FOSSAE
[DOI:10.1038/s41467-022-29329-x](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x)
- 2022** ВСТАНОВЛЕНО АКТИВНІСТЬ ГІГАНТСЬКОГО МАНТІЙНОГО ПЛЮМА ПІД ELYSIUM PLANITIA
[DOI:10.1038/s41550-022-01836-3](https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3)
- 4.05.2022** НАЙСИЛЬНІШИЙ МАРСОТРУС МАГНІТУДОЮ 4,7
[DOI:10.1029/2023GL103619](https://doi.org/10.1029/2023GL103619)
- 2022** ПОЛЯРНЕ СЯЙВО ОХОПИЛО ПІВПЛАНЕТИ
twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704



ЮПІТЕР

- 1992–1996, 2005–2007** В ПІВНІЧНІЙ ПІВКУЛІ ЮПІТЕРА ПОСИЛИЛАСЯ МАГНІТНА АНОМАЛІЯ
[DOI:10.1029/2008JA013185](https://doi.org/10.1029/2008JA013185)
- 2000–2001** ВНУТРІШНІЙ НАГРІВ ЮПІТЕРА ЗБІЛЬШИВСЯ НА 37 % З ЧАСІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ВОЯДЖЕРА В 1980. ДО ТОГО Ж ЦЕ НАГРІВАННЯ ЗСЕРЕДИНИ БІЛЬШЕ, НІЖ ВІД ЕНЕРГІЇ, ЩО ПРИХОДИТЬ ВІД СОНЦЯ
[DOI:10.1038/s41467-018-06107-2](https://doi.org/10.1038/s41467-018-06107-2)
- 2005–2006** ВПЕРШЕ УТВОРИЛАСЯ ЩЕ ОДНА ПОТУЖНА ЧЕРВОНА ПЛЯМА ДЖУНІОР
[DOI:10.1088/0004-6256/135/6/2446](https://doi.org/10.1088/0004-6256/135/6/2446)
- 2009–2020** ШВИДКІСТЬ ВІТРУ У ВЕЛИКІЙ ЧЕРВОНІЙ ПЛЯМІ ЗРОСЛА НА 8 %
[DOI:10.1029/2021GL093982](https://doi.org/10.1029/2021GL093982)
- 2012** АНОМАЛЬНЕ НАГРІВАННЯ ВЕРХНІХ ШАРІВ АТМОСФЕРИ ЮПІТЕРА НАД ВЕЛИКИМ ЧЕРВОНИМ ЗНИЗУ
[DOI:10.1038/nature18940](https://doi.org/10.1038/nature18940)
- 2016–2020** ЗАФІКСОВАНО АНОМАЛЬНІ БЛИСКАВКИ У ВЕРХНІХ ШАРАХ АТМОСФЕРИ
[DOI:10.1029/2020JE006659](https://doi.org/10.1029/2020JE006659)
- 2017** ВИЯВИЛИ СИЛЬНУ ЕКВАТОРІАЛЬНУ СТРУМЕНЕВУ ТЕЧІЮ
[DOI:10.1051/0004-6361/202141523](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141523)
- 2017** МАГНІТНЕ ПОЛЕ ЮПІТЕРА ЗАЗНАЛО ГЛОБАЛЬНИХ ЗМІН ПОРІВНЯНО З 1980-МИ РОКАМИ, ОСОБЛИВО В ОБЛАСТІ ВЕЛИКОЇ БЛАКИТНОЇ ПЛЯМИ
[DOI:10.1038/s41550-019-0772-5](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0772-5)
- 2019** НА ПІВДЕННОМУ ПОЛЮСІ З'ЯВИВСЯ ЩЕ ОДИН УРАГАН ТОДІ, КОЛИ ТАМ ЗАВЖДИ БУЛО 5 УРАГАНІВ
nasa.gov/missions/juno/nasas-juno-navigators-enable-jupiter-cyclone-discovery
- 2022** ЕКВАТОРІАЛЬНА ВУЗЬКА СТРАТОСФЕРНА СТРУМЕНЕВА ТЕЧІЯ ШВИДКІСТЮ БЛИЗЬКО 515 КМ/ГОД
[DOI:10.1038/s41550-023-02099-2](https://doi.org/10.1038/s41550-023-02099-2)



ІО

У 2000-Х

ПОРУШИВСЯ ЦИКЛ ВИВЕРЖЕНЬ НАЙБІЛЬШОГО ВУЛКАНА ІО ЛОКІ, ВІН ПОЧАВ ВИВЕРГАТИСЯ ЧАСТІШЕ

[EPSC Abstracts Vol. 13, EPSC-DPS2019-769-1, 2019](#)

2003–2005

ВИВЕРЖЕННЯ 4 НОВИХ МОЛОДИХ ВУЛКАНІВ

[DOI:10.1016/j.icarus.2015.12.054](#)

2000, 2006,
2007

ВЕЛИКІ ВИВЕРЖЕННЯ ВУЛКАНА ТВАШТАР

[DOI:0.1126/science.1147621](#)

2013–2018

ВИЯВЛЕНО НОВІ УНІКАЛЬНІ ГАРЯЧІ ТОЧКИ І ВИВЕРЖЕННЯ

[DOI:10.3847/1538-3881/ab2380](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.06.006](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.06.016](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2016.06.019](#)

2016–2022

ВИЯВЛЕНО 7 НОВИХ НАЙБІЛЬШ ЕНЕРГІЙНИХ ВУЛКАНІЧНИХ ПОДІЙ

[DOI:10.3847/PSJ/acf57e](#)

2022

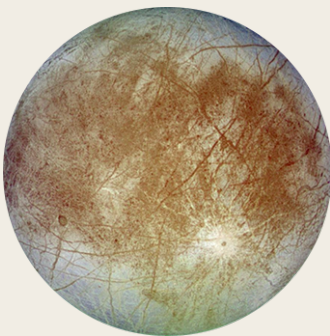
ПОТУЖНІ ВИВЕРЖЕННЯ ВУЛКАНІВ

[DOI:10.1029/2023JE007872](#)

2022

ВІДКРИТТЯ ПІДПОВЕРХНЕВОГО ОКЕАНУ МАГМИ

[DOI:10.3847/PSJ/ac9cd1](#)



ЄВРОПА

1997

ПЕРШЕ СПОСТЕРЕЖЕННЯ ШЛЕЙФУ, ЩО ВИНИКАЮТЬ У РЕЗУЛЬТАТІ НАГРІВАННЯ

[DOI:10.1038/s41550-018-0450-z](#)

2016–2017

ВИЯВЛЕНО ВОДЯНУ ПАРУ НАД ПОВЕРХНЕЮ

[DOI:10.1038/s41550-019-0933-6](#)

2018

ВИЯВЛЕНО ТЕПЛОВІ АНОМАЛІЇ ПОВЕРХНІ НА ОСНОВІ ВИМІРЮВАНЬ ALMA

[DOI:10.3847/1538-3881/aada87](#)

2022

НА ЄВРОПІ ВИЯВЛЕНО ВУГЛЕКИСЛИЙ ГАЗ ЕНДОГЕННОГО ПОХОДЖЕННЯ

[DOI:10.1126/science.adg4270](#)



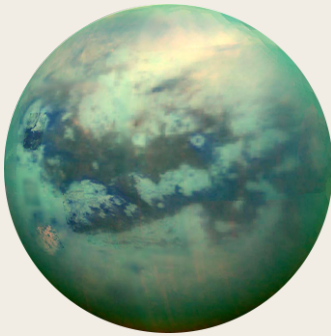
САТУРН

- 2004–2006** ВІЯВЛЕНО ГРОЗОВІ ШТОРМИ
[DOI:10.1016/j.icarus.2007.03.035](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2007.03.035)
- 2004** ВІЯВЛЕНО «ГАРЯЧУ ТОЧКУ» НА ПІВДЕННОМУ ПОЛЮСІ САТУРНА
[DOI:10.1126/science.1105730](https://doi.org/10.1126/science.1105730)
- 2006** ШИРОКА ОБЛАСТЬ ПОЛЯРНОГО СЯЙВА
science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora
- 2007–2010** СПОСТЕРІГАВСЯ НИЗКА ІЗ 23–26 ЦИКЛОНІВ
[DOI:10.1016/j.icarus.2013.10.032](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.10.032)
- 2010** УТВОРИВСЯ ВЕЛИКИЙ БІЛИЙ ШТОРМ ПЛАНЕТАРНИХ МАСШТАБІВ, НАСЛІДКИ ЯКОГО ПРОЯВИЛИСЯ ПРОТЯГОМ 3 РОКІВ
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.12.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.12.013)
[DOI:10.1038/s41550-017-0271-5](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0271-5)
- 2011** УТВОРИВСЯ СТРАТОСФЕРНИЙ ВИХОР
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.08.024](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.08.024)
- 2018** НОВИЙ ТИП ШТОРМІВ СЕРЕДНЬОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ
[DOI:10.1038/s41550-019-0914-9](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0914-9)
- 2020** СИЛЬНИЙ ШТОРМ ВПЕРШЕ БЛИЗЬКО ДО ПОЛЯРНИХ ШИРОТ І БУРЯ В ЦЬОМУ РОЦІ
[DOI:10.1029/2021GL092461](https://doi.org/10.1029/2021GL092461)



УРАН

- 1999, 2004, 2005, 2011** СПОСТЕРЕЖЕННЯ ЯСКРАВИХ ХМАРНИХ СТРУКТУР
[DOI:10.1016/j.icarus.2004.11.016](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2004.11.016)
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.04.009](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.04.009)
- 2014** КІЛЬКІСТЬ ХМАРНИХ СТРУКТУР СУТТЕВО БІЛЬША, НІЖ У МИНУЛІ РОКИ
[DOI:10.1016/j.icarus.2015.05.029](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2015.05.029)
- 2014** РЕКОРДНА ШТОРМОВА АКТИВНІСТЬ
[DOI:10.1016/j.icarus.2014.12.037](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.12.037)
- 2014** МАКСИМУМ ТЕМПЕРАТУРИ АТМОСФЕРИ ДЛЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ
[DOI:10.1098/rsta.2018.0408](https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0408)
- 2021, 2022** ПОСИЛЕННЯ ПІВНІЧНОГО ПОЛЯРНОГО ЦИКЛОНУ
[DOI:10.1029/2023GL102872](https://doi.org/10.1029/2023GL102872)



ТИТАН

1995, 2004,
2008

РАПТОВЕ ПОСИЛЕННЯ ХМАРНОСТІ — ШТОРМОВА АКТИВНІСТЬ

[DOI:10.1038/26920](https://doi.org/10.1038/26920) [DOI:10.1038/nature08193](https://doi.org/10.1038/nature08193)

[DOI:10.1016/j.icarus.2005.12.021](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2005.12.021)

2009

СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПИЛОВИХ БУР

[DOI:10.1038/s41561-018-0233-2](https://doi.org/10.1038/s41561-018-0233-2)

2009

СФОРМУВАВСЯ ПОЛЯРНИЙ ВИХОР, ЯКИЙ У 2010-2011 СПРИЧИНИВ УТВОРЕННЯ МЕЗОСФЕРНОЇ ГАРЯЧОЇ ТОЧКИ ТА ВИКЛИКАВ ЕКСТРЕМАЛЬНЕ ОХОЛОДЖЕННЯ МЕЗОСФЕРИ

[DOI:10.1038/s41467-017-01839-z](https://doi.org/10.1038/s41467-017-01839-z)

2010

ШТОРМ “ARROW” В РАЙОНІ ЕКВАТОРА

[DOI:10.1038/ngeo1219](https://doi.org/10.1038/ngeo1219)

2012

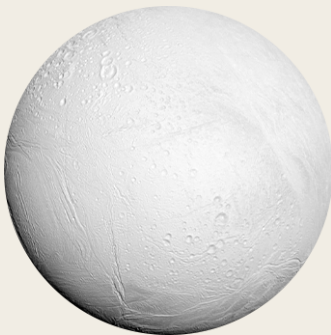
ВИЯВЛЕННЯ ВУЛКАНІЗМУ, ЯКИЙ МОЖЕ ВІДБУВАТИСЯ ЗАРАЗ

[DOI:10.1029/2019JE006036](https://doi.org/10.1029/2019JE006036)

2016

ВПЕРШЕ ЗАФІКСОВАНО ДОЩ (РІДКОГО МЕТАНУ), ЯКИЙ ПОКРИВ ПОВЕРХНЮ 120 000 КМ²

[DOI:10.1029/2018GL080943](https://doi.org/10.1029/2018GL080943)



ЕНЦЕЛАД

2005

ВИЯВЛЕНО ГЕЙЗЕРИ НА ПІВДЕННОМУ ПОЛЮСІ

[DOI:10.1126/science.1121661](https://doi.org/10.1126/science.1121661)

2005

ВИЯВЛЕНО СИСТЕМУ ПРОДУКУВАННЯ І ПЕРЕНЕСЕННЯ ТЕПЛА В ОБЛАСТІ ПІВДЕННОГО ПОЛЮСА

[DOI:10.1038/s41550-017-0063](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0063)

2022

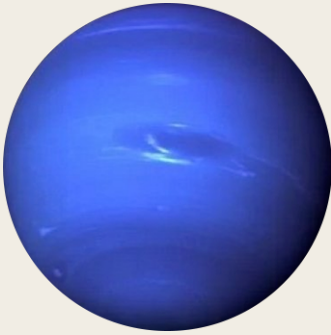
АНАЛІЗ ТЕПЛОВОГО ПОТОКУ ЕНЦЕЛАДА ПОКАЗАВ ЕНДОГЕННЕ ПОХОДЖЕННЯ ТЕПЛА

[DOI:10.5194/epsc2022-219](https://doi.org/10.5194/epsc2022-219)

2023

ТЕЛЕСКОП «ВЕББ» СПОСТЕРІГАВ НОВИЙ ВЕЛИКИЙ ШЛЕЙФ У 6 000 МИЛЬ

nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-saturns-moon-enceladus



НЕПТУН

2015

**ВИЯВЛЕНО НОВИЙ ТЕМНИЙ ВИХОР,
СПОСТЕРІГАВСЯ ДО 2017**

[DOI:10.3847/1538-3881/aaa6d6](https://doi.org/10.3847/1538-3881/aaa6d6)

2017

СФОРМУВАВСЯ ШТОРМ НА ЕКВАТОРІ

[DOI:10.1016/j.icarus.2018.11.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.11.018)

2018

НОВА ВЕЛИКА ТЕМНА ПЛЯМА

[DOI:10.1029/2019GL081961](https://doi.org/10.1029/2019GL081961)

2018–2020

**АНОМАЛЬНИЙ ТЕМПЕРАТУРНИЙ СКАЧОК,
РІЗКЕ ПОТЕПЛІННЯ ПІВДЕННОГО ПОЛЮСА**

[DOI:10.3847/PSJ/ac5aa4](https://doi.org/10.3847/PSJ/ac5aa4)



ПЛУТОН

2002

**АТМОСФЕРНИЙ ТИСК ЗБІЛЬШИВСЯ ВДВІЧІ
ЗА ПЕРІОД З 1988**

[DOI:10.1038/nature01762](https://doi.org/10.1038/nature01762)

2015

В АТМОСФЕРІ ВИЯВЛЕНО CO І HCN

[DOI:10.1016/j.icarus.2016.10.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2016.10.013)

2015

**АТМОСФЕРНИЙ ТИСК ДОСЯГНУВ МАКСИМАЛЬНОГО
ЗНАЧЕННЯ, ПОТІМ ТРОХИ ЗМЕНШИВСЯ, А 2020
ПРАКТИЧНО БУВ НА РІВНІ 2015 РОКУ**

[DOI:10.1051/0004-6361/202141718](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141718)

2015

**НА ПОВЕРХНІ ВИЯВЛЕНО БЕЗЛІЧ КРІОВУЛКАНІЧНИХ
СТРУКТУР**

[DOI:10.1038/s41467-022-29056-3](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29056-3)

2019

ВИЯВЛЕНО ПІДЗЕМНИЙ ОКЕАН

[DOI:10.1038/s41561-019-0369-8](https://doi.org/10.1038/s41561-019-0369-8)



СОНЦЕ

- 4 СЕРПНЯ
1972** **ВЕЛИКИЙ СПАЛАХ НА СОНЦІ, ЯКИЙ ПЕРЕРВАВ МІЖМІСЬКИЙ ЗВ'ЯЗОК У ДЕЯКИХ ШТАТАХ США**
[DOI:10.1029/2018SW002024](https://doi.org/10.1029/2018SW002024)
- 13 БЕРЕЗНЯ
1989** **НАЙМАСШТАБНІША МАГНІТНА БУРЯ ХХ СТОЛІТТЯ. ПІВНІЧНЕ СЯЙВО МОЖНА БУЛО ПОБАЧИТИ НАВІТЬ НА КУБІ ТА У ФЛОРИДІ**
[DOI:10.1029/2019SW002278](https://doi.org/10.1029/2019SW002278)
- 14 ЛИПНЯ
2000** **СПАЛАХ НА СОНЦІ. НА СУПУТНИКАХ, НА ОРБІТІ, ФІКСУВАЛИ КОРОТКІ ЗАМИКАННЯ, ДЕЯКІ РАДІОСТАНЦІЇ ВІДКЛЮЧАЛИСЯ**
[DOI:10.1029/2002GL014729](https://doi.org/10.1029/2002GL014729)
- 28-31 ЖОВТНЯ
2003** **ГЕОМАГНІТНА СУПЕРБУРЯ. БУЛО ПОРУШЕНО РОБОТУ СУПУТНИКОВИХ СИСТЕМ, ЧАСТИНА СИСТЕМИ ВИСОКОВОЛЬТНОЇ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ПІВДНІ ШВЕЦІЇ**
[DOI:10.1029/2004SW000123](https://doi.org/10.1029/2004SW000123)
- ВЕРЕСЕНЬ
2005** **ПОТУЖНА БУРЯ, ЩО ВПЛИНУЛА НА ТЕМПЕРАТУРУ І СКЛАД МЕЗОСФЕРИ ТА ТЕРМОСФЕРИ**
[DOI:10.1029/2018JA025294](https://doi.org/10.1029/2018JA025294)
- 5 ГРУДНЯ
2006** **СПАЛАХ БУВ ПРИБЛИЗНО В 10 РАЗІВ БІЛЬШИМ, НІЖ БУДЬ-ЯКА РАНІШЕ ЗАРЕЄСТРОВАНА ПОДІЯ. СТАВСЯ ПОБЛИЗУ СОНЯЧНОГО МІНІМУМУ. СУТТЄВО ПОСТРАЖДАЛА СИСТЕМА GPS**
[DOI:10.1029/2007SW000375](https://doi.org/10.1029/2007SW000375)
- 23 ЛИПНЯ
2012** **ДВА ВЕЛИКИХ КОРОНАЛЬНИХ ВИКИДИ В НАПРЯМКУ ДО ОРБІТИ ЗЕМЛІ. ПОТУЖНІСТЬ ШТОРМУ ПЕРЕВИЩУВАЛА ОЦІНКИ КЕРРІНГТОНА 1859 РОКУ**
[DOI:10.1002/swe.20097](https://doi.org/10.1002/swe.20097)
- 21 ЧЕРВНЯ
2015** **БУРЯ, ВІДКЛЮЧИЛИСЯ РАДІОСИГНАЛИ В ПІВНІЧНІЙ І ПІВДЕННІЙ АМЕРИЦІ**
[DOI:10.1007/s11207-018-1303-8](https://doi.org/10.1007/s11207-018-1303-8)
- 6 ВЕРЕСНЯ
2017** **ЗАРЕЄСТРОВАНО НАЙПОТУЖНІШИЙ СПАЛАХ У 24 СОНЯЧНОМУ ЦИКЛІ**
[DOI:10.1029/2018SW001969](https://doi.org/10.1029/2018SW001969)
- ГРУДЕНЬ
2019** **ЗАКІНЧИВСЯ 24 ЦИКЛ, ПОЧАТОК 25 ЦИКЛУ**
[weather.gov/news/201509-solar-cycle](https://www.weather.gov/news/201509-solar-cycle)
- 2022** **SPACEX STARLINK ВТРАТИЛА 38 СУПУТНИКІВ ПІД ЧАС ВИВЕДЕННЯ ЇХ НА ОРБІТУ ЧЕРЕЗ ГЕОМАГНІТНУ БУРЮ ВІД КОРОНАРНОГО ВИКИДУ 29 СІЧНЯ**
[DOI:10.1029/2022SW003193](https://doi.org/10.1029/2022SW003193)
- 2023** **ВСТАНОВЛЕНО, ЩО ПІД ЧАС СОНЯЧНИХ БУР ВИНИКАЮТЬ ДОДАТКОВІ ЗАТРИМКИ АВІАРЕЙСІВ, ЯКІ НАЙБЛИЖЧИМИ РОКАМИ ТІЛЬКИ ЗРОСТАТИМУТЬ**
[DOI:10.1038/s41598-023-30424-2](https://doi.org/10.1038/s41598-023-30424-2)
- 22 ЧЕРВНЯ
2023** **ЧИСЛО СОНЯЧНИХ ПЛЯМ НА ДЕНЬ (240) ПЕРЕВИЩИЛО МАКСИМУМ 24 ЦИКЛУ (220)**
sidc.be/silso/dayssnplot

Припущення про те, що подібні явища в нашій Сонячній системі викликані активністю Сонця, не підтверджуються фактами. Аномальні зміни на планетах Сонячної системи та їхніх супутниках почалися в період сонячного мінімуму 1995 року, тобто в період зниженої сонячної активності. Графік циклів сонячної активності на Рис. 67 показує, що 1995 року Сонце було в мінімумі своєї активності, а отже не могло спричинити всі ці зміни.

Отже, Сонце не могло так вплинути на інші планети. Більше того, у всій Сонячній системі Сонце відреагувало на космічний вплив останнім, ймовірно за все через свою величезну масу. Оскільки зміни синхронно відбуваються на всіх планетах Сонячної системи, а також на Сонці, логічно припустити, що є певний фактор із ближнього або дальнього космосу, який викликає появу величезної кількості енергії всередині планет.

Ця енергія виникає в системі планет, зосереджуючись навколо ядер і обходячи інші шари планет. Завдяки цьому, згідно з гіпотезою, ядра планет нагріваються і зміщуються. Жоден із відомих науці впливів — гравітаційний, електромагнітний, акустичний, космічна радіація — не залишається непоміченими вимірювальними приборами, водночас чинячи прямий вплив на ядро. Тож, згідно з теорією, жоден із впливів, що перераховані вище, не може спричинити ті зміни, які зараз спостерігаються на всіх планетах Сонячної системи.

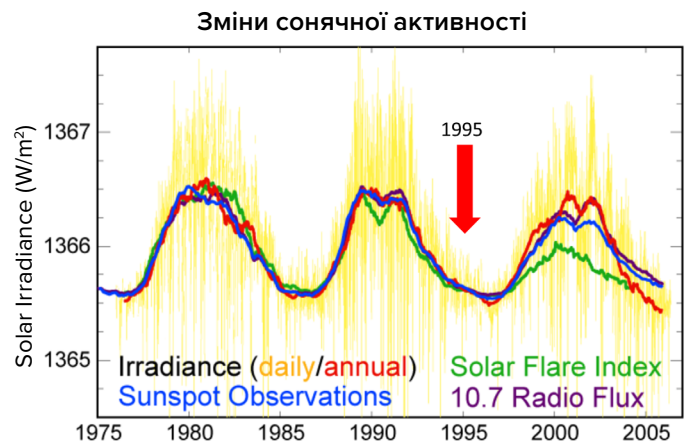


Рис. 67

Зміни сонячної активності за останні 30 років. На цьому зображенні показано три сонячні цикли в період 1975–2005 років, виміряні за сонячним випромінюванням, кількістю сонячних плям, активністю сонячних спалахів і радіопотоком 10,7 см. На графіку добре видно, що в 1995 році Сонце було в мінімумі своєї активності, а це означає, що Сонце не могло бути причиною змін у ядрі Землі і в ядрах інших планет у 1995 році. Джерело: зображення створено Робертом А. Роде на основі опублікованих даних. Дані: <https://www.pmodwrc.ch/en/research-development/solar-physics/tsi-composite/>

З урахуванням фактів, викладених вище, було розроблено гіпотезу, яка передбачає, що цей вплив працює на невивчених фізичних принципах. З подібним явищем сучасна наука стикається вперше. Це певне явище, яке офіційно не зареєстроване, проте можна спостерігати його прояви. Ця енергія, згідно з припущеннями, оживляє навіть «мертві» планети, на яких починає зростати сейсмічна та магматична активність. Підтвердженням цього є Марс, де почала зростати сейсмічна⁵⁷ та магматична активність⁵⁸.

⁵⁷Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E., & Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>

Sun, W., & Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>

Fernando, B., Daubar, I. J., Charalambous, C., Grindrod, P. M., Stott, A., Abdullah Al Ateqi, Atri, D., Ceylan, S., Clinton, J., Fillingim, M. O., Hauber, E., Hill, J. R., Kawamura, T., Li, J., Lucas, A., Lorenz, R. D., Ojha, L., Perrin, C., S. Piqueux, & Stähler, S. C. ... Banerdt, W. B. (2023). A tectonic origin for the largest marsquake observed by InSight. *Geophysical Research Letters*, 50(20). <https://doi.org/10.1029/2023gl103619>

⁵⁸Broquet, A., & Andrews-Hanna, J. C. (2022). Geophysical evidence for an active mantle plume underneath Elysium Planitia on Mars. *Nature Astronomy*, 7, 160–169. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3>

Астрономічні процеси та їх циклічність

Згідно з гіпотезою, цей вплив, що складається з певного виду енергії, взаємодіє безпосередньо і виключно з внутрішнім ядром Землі, але жодним чином не вступає у взаємодію з іншими шарами планети. Такий характер взаємодії може бути обумовлено тим, що внутрішнє ядро має надзвичайно високу щільність і, ймовірно, його будова відрізняється від загальноприйнятої залізо-нікелевої теорії. Згідно з гіпотезою доктора фізико-математичних наук І. М. Белозьорова, внутрішнє ядро має зовсім іншу структуру, наближену до будови нейтронної зірки⁵⁹. А зовнішнє ядро, найімовірніше, складається з нікелю, заліза та інших сплавів металів. Відповідно до припущень, аналогічну будову мають ядра й інших планет Сонячної системи, і навіть газових гігантів.

Гіпотеза, що запропонована в цій доповіді, розглядає характер вказаного впливу на Землю на асоціативному прикладі променя ліхтаря в темряві. Уявімо, що є сконцентрований промінь світла, а навколо нього розсіяне свічення. З огляду на комплексний аналіз усіх даних, зараз на Землю потрапляє лише розсіяна частина світла. Відповідно до спостережень за процесами, що відбуваються, планету навіть ще не торкнувся сконцентрований промінь, а на Землі вже спостерігається стрімке

зростання кількості та сили катаклізмів, і далі, згідно з математичними моделями, все буде тільки наростати. Необхідно зауважити, що з цим типом впливу Земля стикається не вперше. Геологічна історія нашої планети свідчить про те, що Земля вже неодноразово переживала подібні фази глобальної зміни клімату і геодинаміки схожого синхронного характеру.

Завдяки геохронологічним дослідженням четвертинних відкладень, вивченню кернів льоду і слідів масштабних вимирань, зокрема й людських видів, можна зробити висновок, що Земля стикалася з різким посиленням масштабних кліматичних катаклізмів у минулому приблизно кожні 12 000 років⁶⁰. А кожні 24 000 років планетарні катастрофи, ймовірно, були в рази сильнішими, про що свідчать дослідження попільних шарів вивержень вулканів у кернах льоду та інші геохронологічні дослідження⁶¹. Арушанов М. Л., Бубненко В. Б., Батурін О. М.⁶², Бушуєв В. В.⁶³, Копилов І. П.⁶⁴, Петров М. В.⁶⁵, Смотрін Є. Г.⁶⁶, Дуглас Вогт⁶⁷ і багато інших дослідників^{68,69,70,71} прийшли до розуміння циклічності глобальних катаклізмів на Землі з періодом приблизно у 12–13 тисяч років, і зараз, згідно з сукупним аналізом даних, людство переживає вхід в активну фазу цього циклу.

⁵⁹ Белозьоров І. М. ПРИРОДА ОЧИМА ФИЗИКА // Альтернативна Енергетика та Екологія. 2008. №12 (68). <https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-glazami-fizika/viewer>

Груздов В. І. Нейтронний Всесвіт. Гл. 10. Розрахунок нейтронного ядра Землі. // Москва: Лібмонстр Росія, 2021. <https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>

⁶⁰ Арушанов М. Л. Причини зміни клімату Землі як результат космічного впливу, що розвіює міф про антропогенне глобальне потепління. // Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft, 53, сс. 4–14. 2013. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

Арушанов М. Л. Динаміка клімату. Космічні чинники. — Hamburg: LAMBERT Academic Publishing, 2023. с. 144.

⁶¹ Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo Iacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcaniclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>

⁶² Батурін О. М., Монографія «Періодичність глобальних катастроф — 12 166 років». // ДУ «Курський ЦНТІ». — 2001.

⁶³ Бушуєв В. В., Копилов І. П. «Космос і Земля. Електромеханічні взаємодії: монографія». — Москва: Енергія, 2005.

⁶⁴ Копилов І. П. «Електромеханіка Сонячної системи». // НВО.

⁶⁵ Петров М. В. Клімат Землі: розв'язання проблеми з позиції закону збереження життя в космосі // Екологія і розвиток суспільства: журн. / Міжнародна академія наук екології, безпеки людини і природи. № 4, 2015. с. 11–23. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/2551-ptr.pdf>

У геології, палеонтології та археології відома ціла низка свідчень щодо минулих катастроф цього циклу. Кожна з цих катастрофічних подій характеризувалася різкими змінами не тільки в кліматі планети Земля, а й повною геодинамічною перебудовою: послабленням та екскурсом

магнітного поля, катастрофічними повсюдними виверженнями вулканів, тектонічними перебудовами, перепадами температур атмосфери на $10\text{ }^{\circ}\text{C}^{72}$, зміною рівня Світового океану, подальшими масштабними зледеніннями (Рис. 68–72).

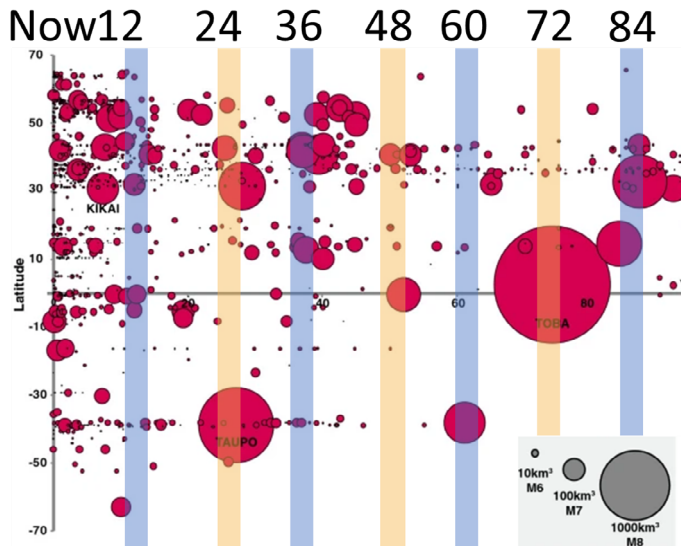


Рис. 68

Виверження світового масштабу з 2013 р. н. е. до 100 000 кал. л. між 70° пн. ш. і 70° пд. ш. На малюнку можна бачити, коли відбувалися такі виверження. Розмір кіл відображає розмір виверження. Звернемо увагу, що великі червоні кола вказують на те, що кожні 24 000 років виверження вулканів більш катастрофічні.
 Джерело: Brown, S. K., Croweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L., & Takarada, S. (2014). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5).
<https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>

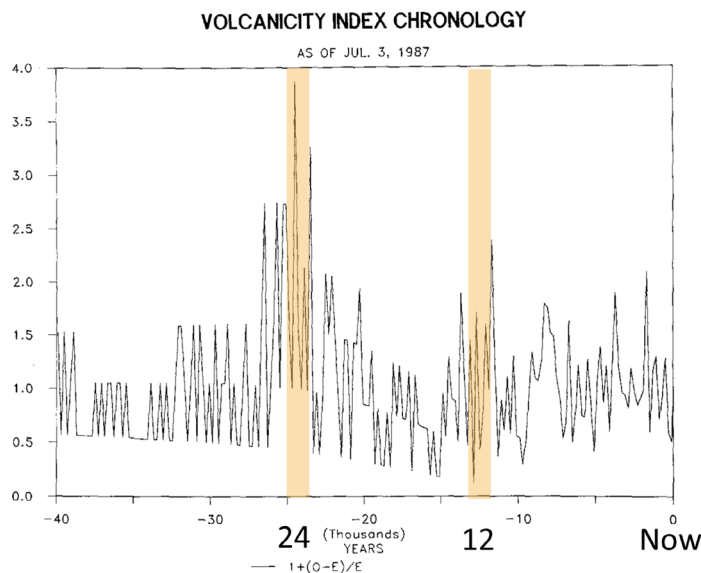


Рис. 69

Шкала вулканічної активності за останні 40 000 років за даними льодових кернів
 Хронологія кількості вулканічних вивержень, заснована на радіовуглецевому датуванні подій і виражена як відносне відхилення.
 Джерело: Bryson, R. A. (1989). Bryson, R. A. (1989). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115–125.
<https://doi.org/10.1007/bf00868307>

⁶⁶ Стихії та катастрофи — головна загроза планетарної та євразійської безпеки при вході в III тисячоліття н. е. Автор доповіді: Смотрін Є. Г., кандидат військових наук, 1998 р.
<http://www.geost-21.su/ru/node/1>

⁶⁷ Vogt, D. B. (2007). *God's Day of Judgment; The real cause of global warming (1st Ed.)*. Vector Associates. ISBN-13:978-0-930808-08-2

Vogt, D. B. (2015). *The theory of multidimensional reality*. Vector Associates. ISBN-13: 978-0-930808-10-5.

⁶⁸ Davidson, B. (2021). *The next end of the world*. Space Weather News. ISBN 9781098357788

⁶⁹ Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms*. Bengal Tiger Pr, ISBN 9781884600012

⁷⁰ White, K. W. (1992). *World in peril: The origin, mission, and scientific findings of the 46th/72nd Reconnaissance Squadron*. K. White, ISBN 0962891681.

⁷¹ Hapgood, C. H. (1958). *Earth's shifting crust: A key to some basic problems of earth science*. Pantheon Books, - Science.

⁷² Easterbrook, D. J. (2016). *Evidence-based climate science, data opposing CO2 emissions as the primary source of global warming, (2nd Ed.)* Elsevier. Bellingham, USA.
<https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>

Now 12 24 36 48 60 72 84 96 108 120

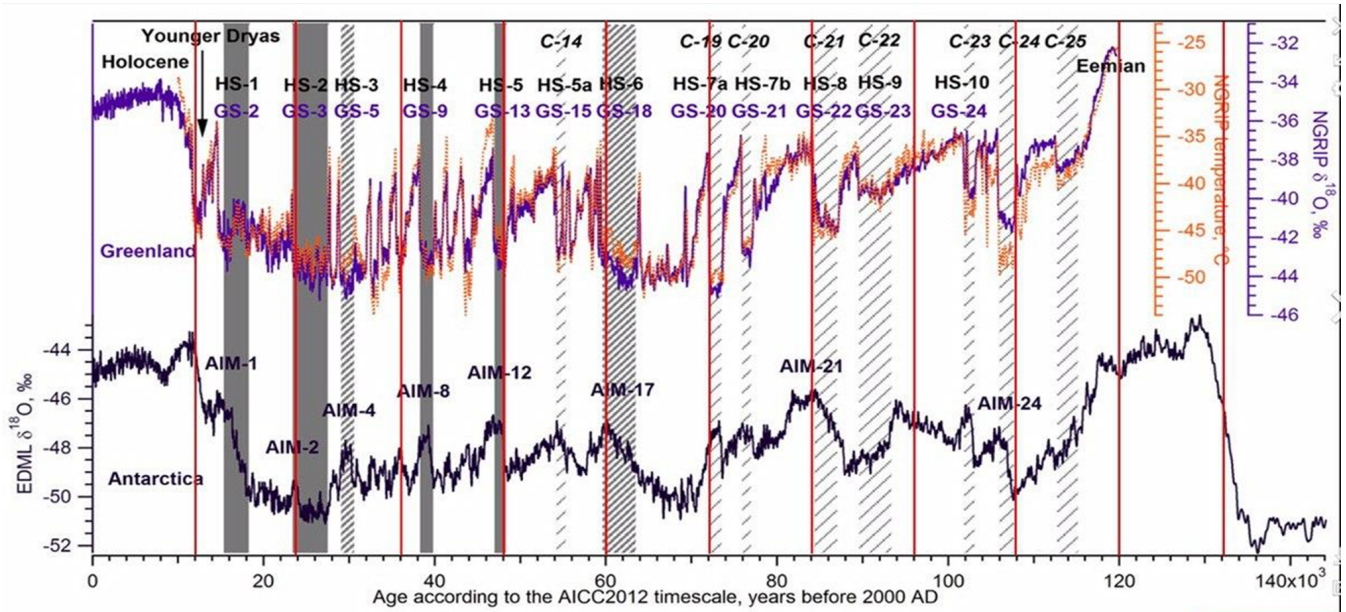


Рис. 70

Аномалії температур згідно з даними кернів льоду Гренландії та Антарктиди

Джерело: Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the last 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)

Event	Age in thousands of years before present		
	Hemming (2004)	Bond & Lotti (1995)	Vidal et al. (1999)
H0	~12		
H1	16.8		14
H2	24	23	22
H3	~31	29	
H4	38	37	35
H5	45		45
H6	~60		

H1 and H2 are identified using radiocarbon dating, H3-6 are correlated with GISP2.

Рис. 71

Приблизне відносне положення подій Генріха, спочатку зафіксованих у морських осадових кернах у північній частині Атлантичного океану.

Джерело: Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)

Таким чином, ця гіпотеза дає можливість припускати, що геодинамічні зміни Землі — це, в основному, похідна від астрономічних процесів та їхньої циклічності. Як у попередні цикли, так і сьогодні важливим чинником зростання катастроф є накопичення в надрах додаткової енергії від зовнішнього космічного впливу. Однак цей цикл посилений антропогенним впливом на систему планети Земля, що

Time (Years Ago)	Magnetic Event	Volcanic Candidates	Biosphere Stresses
~12,000	Gothenburg	Eifel Complex (German), Phlegrean Fields (Italy)	Mega-Faunal Extinction, Global
~25,000	Lake Mungo	Aira Caldera (Japan), Taupo (New Zealand)	Mega-Faunal Extinction, Australia/Eurasia, WAfrica Human Abandonment
~36,000	Mono Lake	Campi Flegrei (Italy), Gorley (Russia)	Mega-Faunal Extinction, North America
~47,000	Laschamp	Kulje Lake (Russia), Lake Shikotsu (Japan)	Mega-Faunal Extinction, Global, Neanderthal Extinction
~60,000	Vostok	(None VEI 7 or Greater)	(No Major Discoveries)
~72,000	Toba	Toba (Indonesia), Santorini (Greece)	Largest Human Bottleneck, <5000 Humans Survived
~84,000	(unnamed)	Atitlan (Guatemala)	(No Major Discoveries)
~96,000	(unnamed)	Mount Aso (Japan)	(No Major Discoveries)
~105,000	Blake?	(None VEI 7 or Greater)	Mega-Faunal Extinction?
~120,000	Blake?	Mount Aso (Japan)	Mega-Faunal Extinction?

Рис. 72

Дрейф магнітних полюсів, ослаблення магнітного поля, катастрофічні виверження і вимирання кожні 12 000 років. Джерело: Davidson, B. (2021). The next end of the world. *Space Weather News*.

збільшує кількість тепла в надрах. У результаті ентропії — перетворення додаткової енергії на тепло — мантія Землі стає більш розпеченою, магма набуває більшої текучості, посилюється потік ендогенного тепла від надр до поверхні, утворюються нові магматичні плюми. Наприклад, у наші дні такі масивні плюми дуже швидкими темпами піднімаються під Сибіром, зокрема і внаслідок зміщення ядра в цьому напрямку.

Аномальний нагрів Сибіру

Сибір і Сибірська Арктика — регіони, де темпи нагріву вищі за середні на планеті в 2-3 рази (Рис. 73). Згідно з гіпотезою, це пов'язано з утворенням магматичних вогнищ унаслідок зсуву ядра Землі, що спричиняє напругу на мантію в цьому регіоні (Рис. 74–76). Це підтверджується останніми дослідженнями китайських учених, які виявили, що зараз під Сибіром під впливом магми плавиться і тоншає кора⁷³. Цей процес прогресує і знижує міцність плити. Ймовірно, активність магматичних вогнищ може також проявляти себе в додатковому таненні вічної мерзлоти

знизу вгору, наростанні сейсмічної активності в регіоні, підйомі гарячих вод до поверхні та пожежах під снігом над зонами розломів. У північних широтах спостерігається збільшення викидів метану і водню з надр, зростає кількість вирв від природних вибухів газу, а на Арктичному шельфі посилюється грязьовий вулканізм. Згідно з тектонофізичними моделями, прорив магми під Сибіром виведе розплав назовні під високим тиском. Це може створити пряму загрозу існуванню Росії і всього світу.

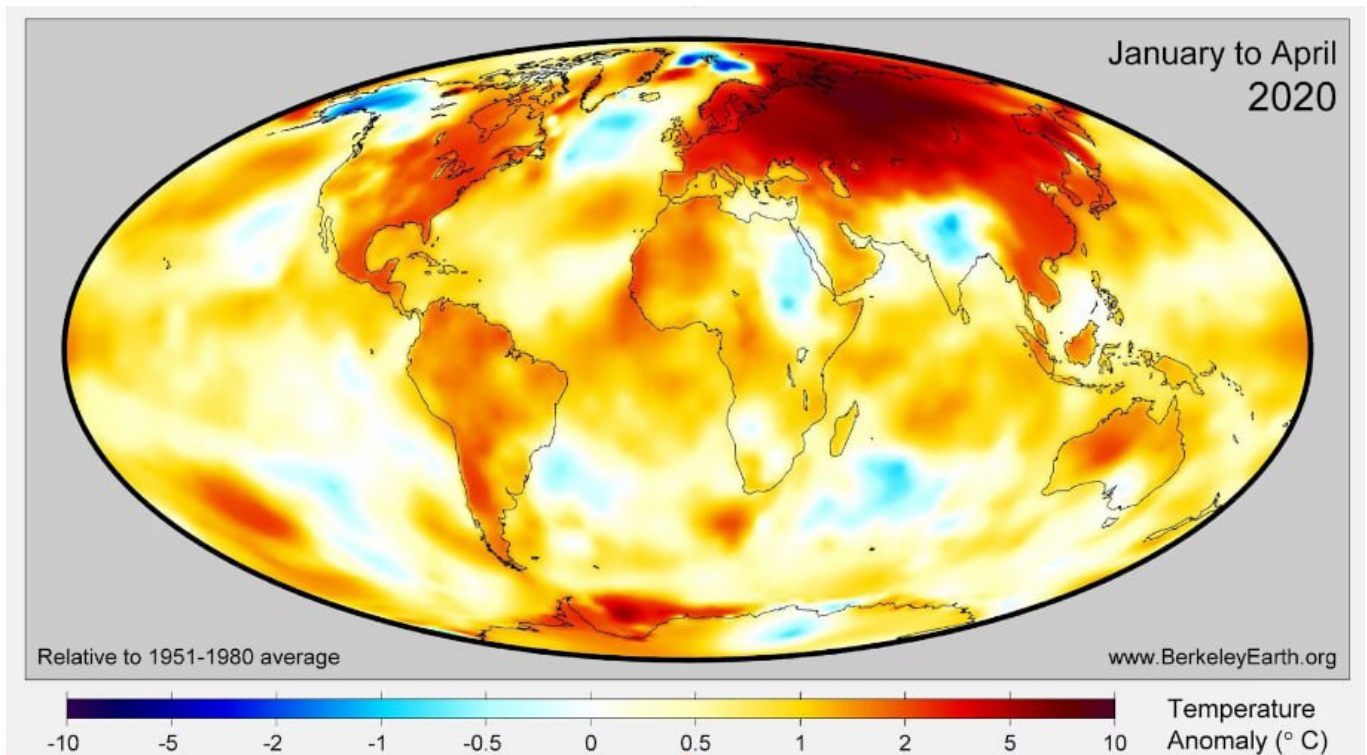


Рис. 73

Температурні аномалії у світі за період із січня по квітень 2020 року відповідно до норми 1951–1980 років. Потепління в районі Сибіру перевищує загальносвітову аномалію зростання температури в 3–6 разів, що свідчить про додатковий фактор нагріву цього регіону.

Джерело: BerkeleyEarth.org

⁷³Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>

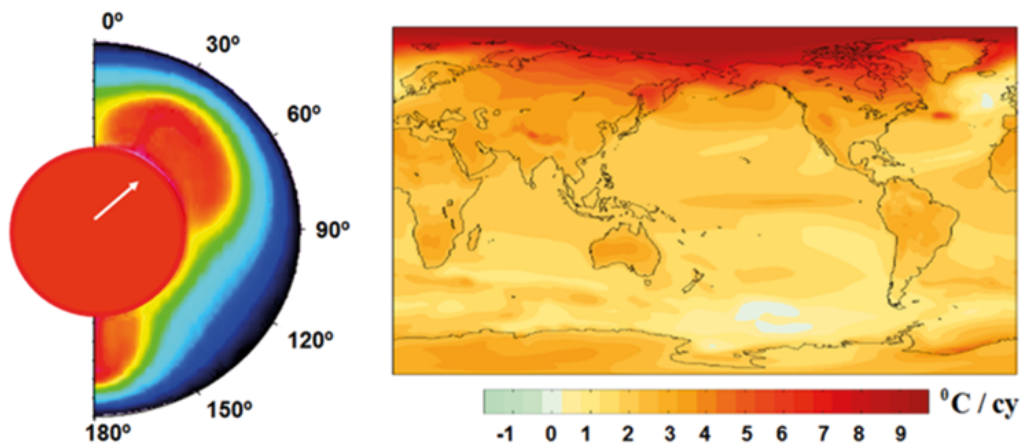


Рис. 74

Вимушене відносне розгойдування ядра і мантії та схема асиметричної подачі тепла у верхні шари мантії (ліворуч). Лінійні тренди потепління поверхні (в °C на століття) за даними NCAR CCSM3, що усереднені за спеціальним сценарієм http://www.realclimate.org/bitz_fig3.png (праворуч).

Джерело: Баркін Ю. В. (2009) Циклічні інверсійні зміни клімату в північній і південній півкулях Землі // Геологія морів і океанів: Матеріали XVIII Міжнародної наукової конференції (Школи) з морської геології. Т.III. — М.: ГЕОС. 2009. с. 4–8.

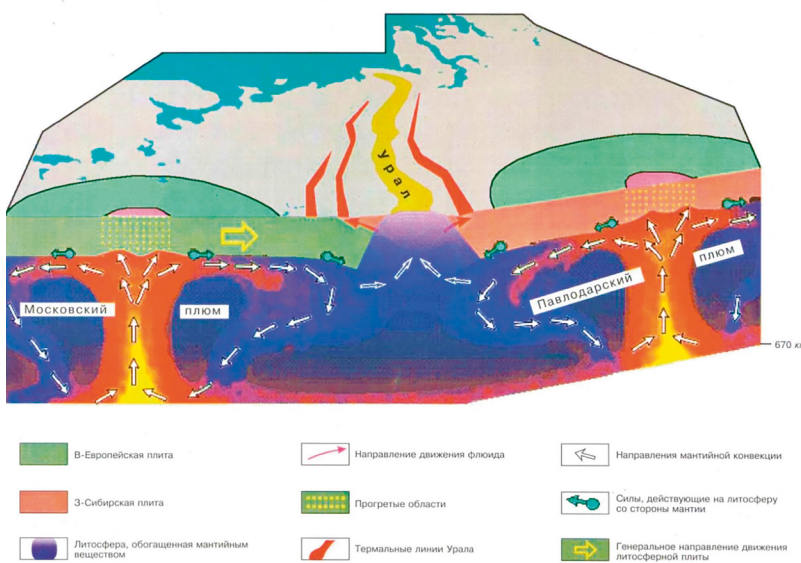


Рис. 75

Схема руху вуглеводневих флюїдів у межах Московської та Павлодарської плюм-тектонічних структур.

Джерело: Горний В. І. та ін. Модель мантіїно-літосферної взаємодії на основі даних комплексування на геотраверсі Уралсейсмозвідки та дистанційного геотермічного методу. // Глибина будова і геодинаміка Південного Уралу. — Твер. 2001. с. 227–238.

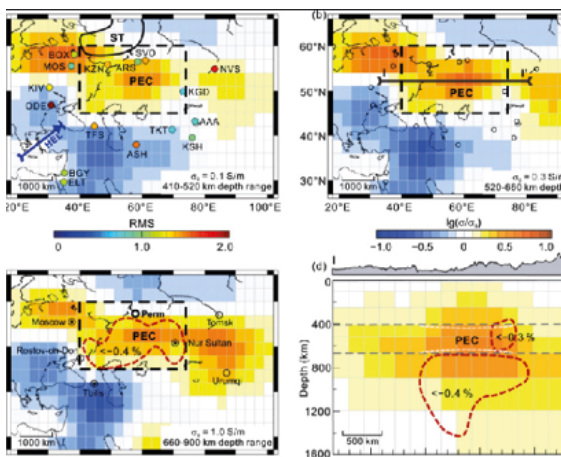


Рис. 76

Вчені з Цзіліньського університету (Jilin University) і Університету Шицзячжуан Тедао (Shijiazhuang Tiedao University) використовували дані геомагнітного поля (geomagnetic field data) від 16 станцій у Північній Азії для розрахунку електропровідності мантії на різних глибинах. Вони виявили помітне збільшення провідності по відношенню до середньої в усьому світі провідності в зоні під Сибірськими трапами (жовто-коричневі ділянки на рисунках). Вчені встановили, що ці ділянки на глибинах від 400 до 900 км у середньому на 250 градусів гарячіші, ніж навколишня мантія. У цих областях присутня частка розплавленої мантії.

Джерело: Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. Nature Communications, 14, 1311.

<https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>

Для порівняння, активізація супервулкана Еллоустоун, США, який також подає ознаки аномальної активності, може спричинити знищення всього Американського континенту, але шанс на збереження життя

людства все ж залишиться. А в разі прориву магмою літосферної плити під Сибіром можна стверджувати, що це унеможливить життя всього живого на планеті Земля.

Поточний цикл планети Земля

До кінця 2024 року можливе збільшення вулканічної активності, викликане підйомом магми і розмиванням літосферних плит магматичними потоками. Це може призвести до частих землетрусів і вивержень вулканів. Цей висновок зроблено на основі таких спостережень: геофізичні та геодинамічні параметри Землі зазнали різких змін у 1995 і 1998 роках, що спричинило експоненціальну тенденцію зростання сейсмічної активності та дестабілізації надр планети. Це свідчить про зростання енергії та напруги в надрах, а також про кількість вивільнення енергії в геометричній прогресії. Океан і атмосфера пізніше реагують на процеси в надрах, однак і в графіках їхніх змін уже намічається експоненціальний тренд.

Виходячи з поточної експоненціальної прогресії наростання землетрусів у світі, проведено аналіз експоненціального тренду графіка і на його основі побудовано модель зростання кількості землетрусів найближчими роками (Рис. 77).

Результати моделювання такі: вже до 2028 року на Землі щодня відбуватиметься 1 000 землетрусів магнітудою 3,0 і вище, тоді як зараз їх відбувається близько 125 щодня. На основі модельних розрахунків, до

2030 року, ймовірно, кількість землетрусів зросте настільки, що адаптація до змінених умов стане неможливою. Очікується, що збільшення кількості сейсмоподій малої магнітуди, які характеризують зростання магматичної активності, і повсюдне зростання вулканічної активності, найімовірніше, призведуть до збільшення кількості сильних землетрусів. З високою ймовірністю вже через 6 років на Землі щодня відбуватимуться землетруси, які за своєю руйнівністю будуть еквівалентні землетрусу в Туреччині та Сирії 6 лютого 2023 року.

У результаті передбачуваних змін багато міст і держав можуть зіткнутися з серйозними руйнуваннями. Застосування експоненціальної функції до оцінки збитків від кліматичних катастроф показує, що світова економіка може не впоратися з компенсацією втрат уже в найближчі 4–6 років, що може призвести до економічної кризи. Прогнози вказують на можливий колапс світового бізнесу в цей період. Математичне моделювання передбачає, що протягом наступних 10 років умови життя на Землі можуть істотно змінитися.

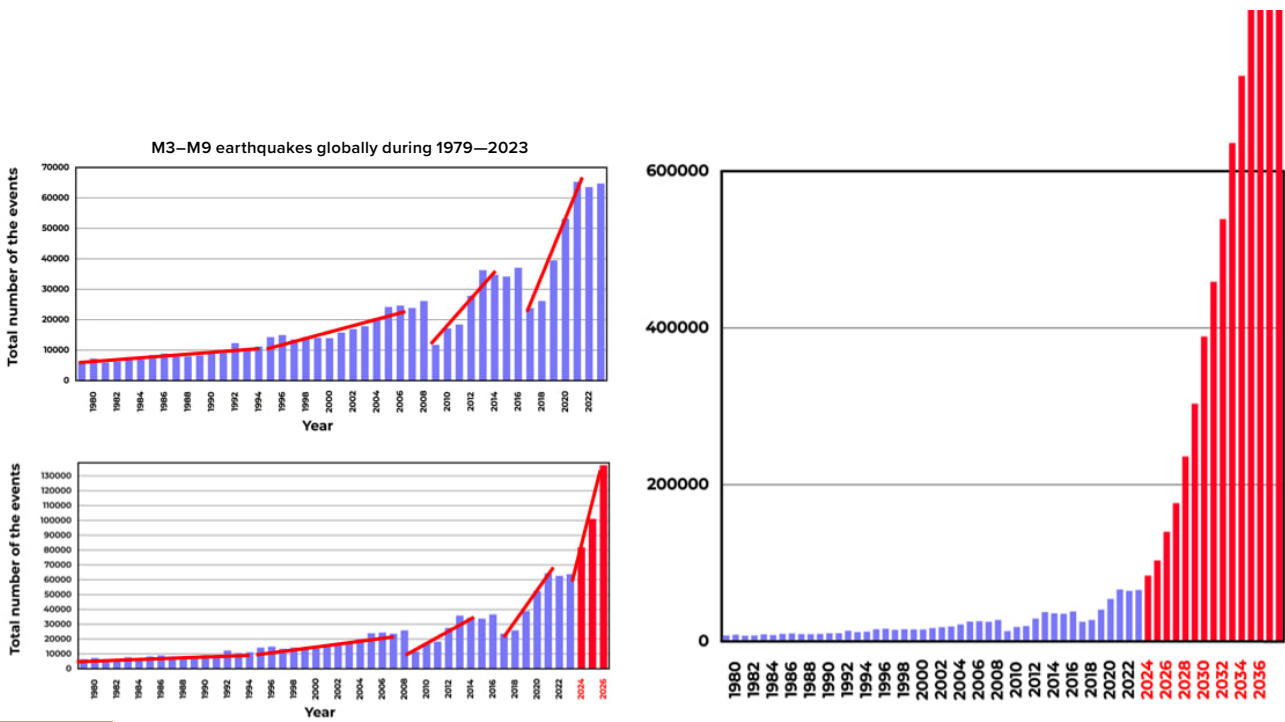


Рис. 77

Модель експоненціального зростання кількості природних катаклізмів на прикладі землетрусів до 2036 року.

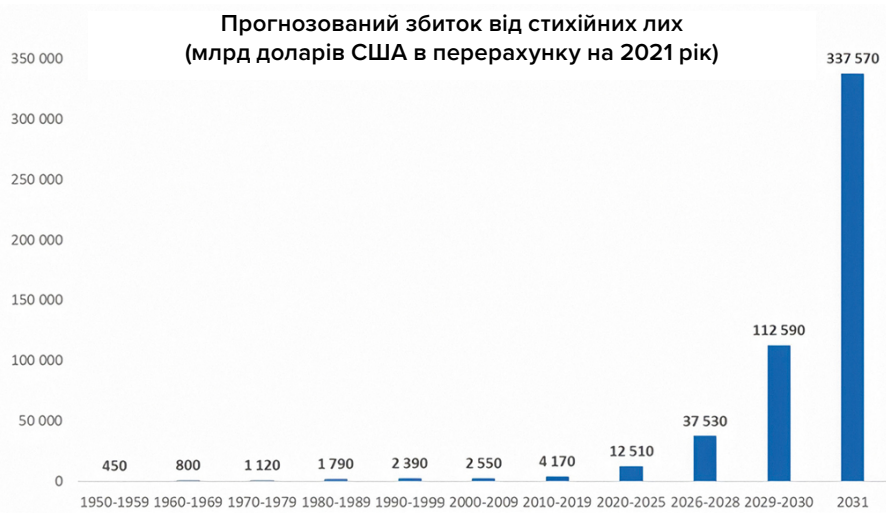


Рис. 78

Прогнозовані економічні збитки від стихійних лих, згідно з моделлю експоненціального зростання кількості геодинамічних і кліматичних катастроф (млрд. доларів США в перерахунку на 2021 рік). Джерело даних: AON (Catastrophe Insight).

Виходячи з цієї тенденції, можна прогнозувати збільшення кількості всіх інших природних катастроф у світі в найближчому майбутньому. Наукові факти підтверджують неминуче прогресування кліматичних катастроф, і на сьогодні ніщо не стримує зростання катаклізмів у світі. Сонячні спалахи вже сьогодні можуть викликати збої в роботі супутників,

що підкреслює важливість підготовки до потенційних технологічних проблем. Прогнози припускають, що протягом наступних 4–6 років можуть відбутися значні зміни, які вплинуть на життєздатність багатьох регіонів. Згідно з подальшим розвитком описаної моделі, можливе настання критичних подій, які можуть вплинути на цілісність планети.

У минулі цикли катастроф, що відбуваються кожні 12 000 років, були вимирання видів, проте планета проходила ці цикли без істотних змін у цілісності своїх систем. У цей цикл, який характеризується сильнішими катастрофами з огляду на 24 000-річний цикл, додався ще один фактор, що ставить під загрозу існування самої планети як населеного життєм об'єкта. Це той антропогенний фактор, про який раніше згадувалося в доповіді і який відіграє ключову роль у суттєвому погіршенні ситуації на планеті. Це антропогенний вплив, виражений у забрудненні основного охолоджувального механізму планети — забруднення вод Світового океану мікропластиком.

Океан має ключове значення для терморегуляції планети. Він займає близько 70 % площі поверхні Землі і втоплений глибоко в земну кору. У минулому, він слугував основним механізмом регулювання теплового балансу Землі, відводячи надлишкове тепло з надр планети в атмосферу і в космос. Однак у результаті діяльності людства теплопровідність океану було суттєво порушено. Це пов'язано зі збільшенням рівня забруднення його вод нафтопродуктами і синтетичними полімерами. Внаслідок забруднення океан став менш ефективно відводити тепло від літосферних плит, які нагріваються в результаті підйому магми під час циклу катаклізмів 12 000 років (Рис. 79). Світовий океан ніколи ще не був так сильно забруднений. Щорічно внаслідок видобутку, транспортування та аварій в океан потрапляє до 30 млн тонн нафти⁷⁴. А загальна площа «пластикових островів» сміття на поверхні океану практично дорівнює території США та Австралії, разом узятих. Але це лише

1 % від усього забруднення. 99 % пластику знаходяться у водах самого океану⁷⁵.

У додаток до забруднення океанів мікропластиком антропогенна діяльність, включно зі спалюванням вуглеводнів, призводить до збільшення концентрації парникових газів, таких як метан (CH_4) і діоксид вуглецю (CO_2), в атмосфері. Танення льодовиків і вічної мерзлоти посилює цей ефект, збільшуючи концентрацію метану в атмосфері. Це особливо небезпечно, оскільки метан має у 25 разів більший парниковий ефект, ніж діоксид вуглецю: одна тонна метану викликає такий самий ефект потепління, як 25 тонн вуглекислого газу.

Також через закислення океану відбувається більш швидке розкладання мікропластику до нанопластику, що ще більше погіршує ситуацію з накопиченням тепла в океані.

Використання вуглеводнів, зокрема метану та нафти, для спалювання палива та виробництва пластику значно погіршило екологічну ситуацію на планеті, що призвело до накопичення надлишкового тепла як в океані, так і в атмосфері. Аномальне підвищення температури атмосфери та океану вказує на безпрецедентне зниження здатності океану абсорбувати тепло з надр, що критично необхідно під час надходження додаткової енергії до ядра планети під час циклу 12 000 років.

Вивчення коралових рифів в океані також дозволяє нам зрозуміти, що в минулому океан ефективно відводив тепло. Нині рифи гинуть⁷⁶ від перегріву, незважаючи на те, що протягом багатьох тисячоліть вони успішно існували і виживали в циклі катастроф 12 000 років.

⁷⁴ Алексеев Г. В., Боровков М. І., Тітова Н. Є. Сучасні засоби для очищення води від олійно-жирових емульсій і нафтопродуктів // *Colloquium-journal*. № 7(18), 2018. — с. 4–6.

⁷⁵ Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Scientific Reports*, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>

⁷⁶ Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556, 492–496. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>

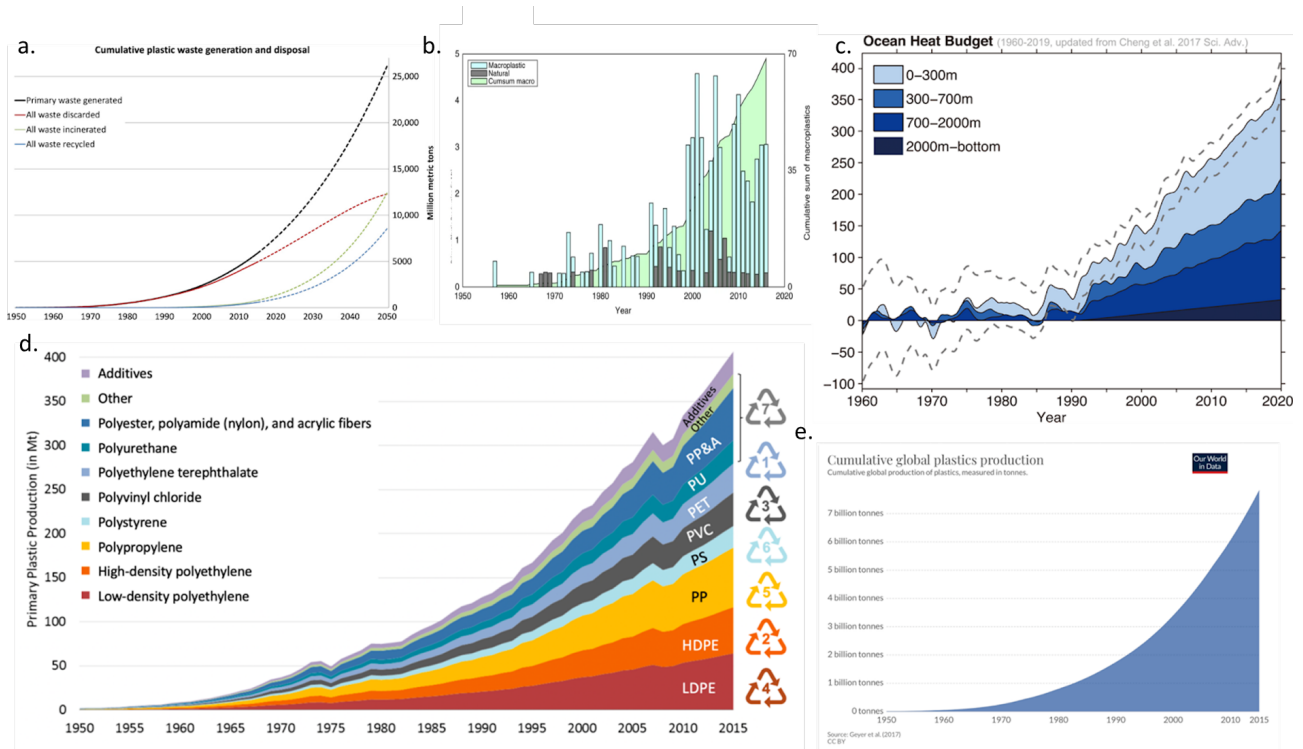


Рис. 79

Графік зміни температури океану впродовж 1960–2019 рр. і зіставлення його з графіками зростання виробництва синтетичних полімерів, використання їх у різних галузях господарства та утилізації відходів пластику в океані (з різних джерел).

а) Сумарна кількість вироблених і утилізованих пластикових відходів

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7).

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

б) Сумарна кількість мікропластику в океані та річні показники

Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. *Nature Communications*, 10(1622).

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>

в) Зміна температури Світового океану, 1960–2019 рр. (Purkey and Johnson, 2010; updated from Cheng et al., 2017)

Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37, 137–142.

<https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

г) Світове виробництво первинного пластику за типами

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7).

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

е) Сумарна кількість виробленого пластику з 1950 року

Data source: Plastic Marine Pollution Global Dataset

Внаслідок підвищеного нагріву надр Землі та втрати планетою здатності до охолодження через антропогенний фактор виникає загроза того, що цього разу Земля не впорається з циклом катастрофічних подій, і це може привести її до долі, що аналогічна долі Марсу. Тектонофізичне моделювання дозволило розглянути можливий сценарій подальшого розвитку подій аж до спрогнозованої точки неповернення.

Описані вище процеси в надрах Землі, що спостерігаються зараз, обумовлені антропогенним фактором і перегріванням ядра планети внаслідок надходження надлишкової енергії з космосу. Ядро надмірно нагріває магму, що призводить до розплавлення мантії і тиску магми на кору Землі. Внаслідок цього тиску кора руйнується, ламається і створює шляхи для викиду глибинної магми.

Тектонофізичне та математичне моделювання прогнозованої точки неповернення у 2036 році

На Землі існує певне місце, яке є критично небезпечним для всієї планети. Це єдина точка на Землі, де збігаються виняткові умови: найтонша кора і висока магматична активність під нею. Крім того, в цьому місці кору сильно здавлюють як висхідна магма знизу, так і зверху шар океанічної води, що має товщину понад 11 кілометрів. Це місце, відоме як Маріанська западина, є найглибшим на Землі і сьогодні становить найбільшу небезпеку для самої планети.

Розглянемо перший графік (Рис. 80), який відображає тенденцію зростання кількості глибокофокусних землетрусів у зоні Маріанського жолобу за останні три десятиліття. Спостерігається різке зростання кількості глибокофокусних землетрусів у зоні Маріанського жолобу з 1995 року.

Глибокофокусні землетруси, що відбуваються на глибині 300–800 кілометрів у мантиї, можна порівнювати за кількістю вивільненої енергії з ядерними вибухами величезної руйнівної сили. Маріанська западина є одним із найбільш геодинамічно активних регіонів у світі, де такі події відбуваються. Це вказує на активні процеси, що відбуваються в мантиї під Маріанською западиною.

Другий графік на Рис. 81 демонструє збільшення числа поверхневих землетрусів у Маріанській западині. Це зростання можна описати експоненціальною функцією. Поки що не спостерігається жодних ознак зниження цього тренду.

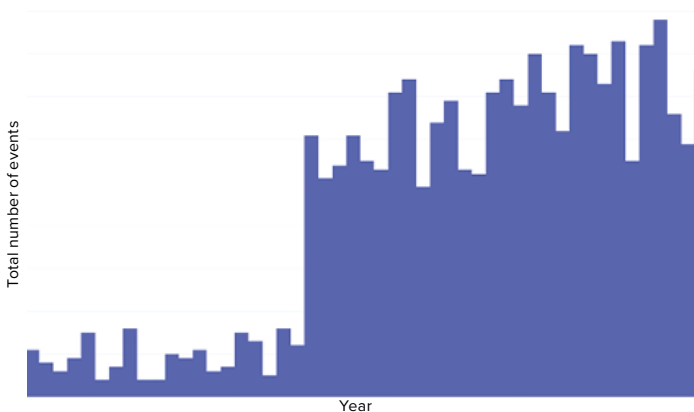


Рис. 80

Кількість глибокофокусних землетрусів M1+ в зоні Маріанської западини з 1970 по 2023 р.

Джерело даних: Міжнародний сейсмологічний центр (International Seismological Centre)

<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>

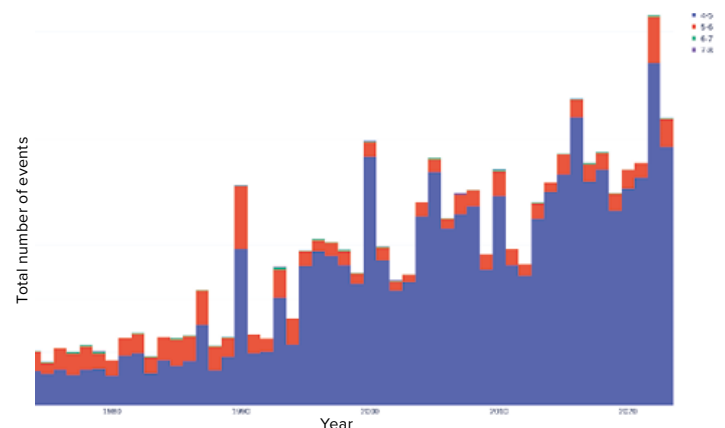


Рис. 81

Кількість поверхневих землетрусів M4+ в зоні Маріанської западини з 1970 по 2023 р.

Джерело даних: Міжнародний сейсмологічний центр (International Seismological Centre)

<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>

За даними USGS⁷⁷, в районі Маріанської западини 24-25 листопада 2023 року було зафіксовано понад 120 землетрусів поспіль із магнітудою вище 4,0. Це є рекордною кількістю землетрусів за добу в цьому районі за всю історію спостережень. Така нещодавня сейсмічна активність вказує на те, що ситуація під Маріанським жолобом тільки погіршується.

Згідно з математичним і тектонофізичним моделюванням, сейсмічна і магматична активність будуть продовжувати наростати за експонентою, що призведе до подальших подій у 2036 році.

Внаслідок інтенсифікації геологічної активності надр Землі можливе проникнення магми через земну кору в районі Маріанської западини. В умовах екстремального тиску в цій зоні може статися повномасштабний розрив. Мільярди кубометрів води температурою близько 0 °C зустрінуться з мільярдами кубометрів магми температурою 1 600 °C, спричинивши вибух, який за потужністю в тисячі разів перевищує потужність вибуху запасу всієї ядерної зброї, що є на Землі. Ця подія може підняти величезний стовп пари, змішаної з пилом, на висоту понад 500 км, що здатний прорвати термосферу. Згідно з моделюванням, атмосфера, що втратила свою цілісність, може згорнутися навколо планети через зміну поверхневого натягу, а також може бути легко знесена сонячним вітром. Варто зазначити, що в результаті розвитку такого сценарію відбудеться втрата атмосфери, океану і магнітного поля і, ймовірно, обертання ядра Землі зупиниться, подібно до того як це, відповідно до фактів, сталося на Марсі.

Маріанська западина на Землі, як і ущелина Марінер на Марсі, є регіоном з відносно тонкою планетарною корою. Навколо ущелини Марінер видно масштабні розливи вулканічної лави, що вказує на те, що ущелина Марінер була місцем значних геологічних змін, які вплинули на деградацію стану Марсу. Наразі спостерігаються схожі геологічні процеси в Маріанській западині з тими, що, ймовірно, відбулися в ущелині Марінер на Марсі. Передбачається, що такі процеси можуть призвести до значних наслідків для Землі та її біологічних форм життя. Однак якщо наявні експоненціальні тренди в розвитку змін на Землі продовжать прогресувати, то людство, ймовірно, буде не спроможне спостерігати перехід стану Землі до стану Марсу, оскільки ризикує зникнути раніше внаслідок інших причин.

Згідно з актуалізованими даними, темпи наростання катаклізмів перевищують навіть найпесимістичніші прогнози. Це означає, що у людства практично не залишилося часу на усунення наслідків антропогенного забруднення океану і на вирішення питання зовнішнього космічного впливу. Експоненціальний тренд зростання кількості та сили кліматичних і геодинамічних катастроф на Землі ставить усе людство на межу зникнення протягом наступних 10 років.

Чи є підстави припускати, що зміни клімату, які відбуваються, припиняться самі по собі? Наукові дані вказують на те, що навіть припинення всіх антропогенних викидів вуглекислого газу на теперішній

час не зупинить кліматичні зміни, які вже почалися. Причиною того, що ми як людство рухаємося до прогнозованої точки

⁷⁷ USGS. (n.d.). Search results: Seismic activity in the Mariana Trench region according to USGS data.

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-15.62304,98.08594&extent=45.39845,196.52344&range=search&search=%7B%22name%22%22Search%20Results%22%22params%22%7B%22starttime%22%222023-11-23%2000:00:00%22%22endtime%22%222023-11-26%2023:59:59%22%22maxlatitude%22:29.075%22minlatitude%22:6.49%22maxlongitude%22:155.215%22minlongitude%22:133.242%22minmagnitude%22:2.5%22orderby%22%22time%22%7D%7D>

неповернення, є антропогенний фактор, зважаючи на те, що функція відводити тепло океаном втрачена через його забруднення мікро- та нанопластиком під час надходження додаткової космічної енергії до надр Землі. Отже, навіть повне припинення промислової діяльності не призведе до повного вирішення кліматичного балансу, оскільки глобальні процеси нагріву надр уже були запущені.

Тому одним із виходів із даної критичної ситуації є вивчення зовнішнього космічного впливу, який наразі впливає на ядро нашої планети та на ядра інших планет Сонячної системи.

Усунення цієї загрози вимагає розробки ефективних методів рішень. Незважаючи на обмежені наукові знання про цей вплив, відомо, що ядра планет вступають у взаємодію з ним. Таким чином, можна зробити висновок,

що зовнішній космічний вплив є якимось невідомим фізичним явищем. У зв'язку з тим, що ця проблема має фізичну природу, її вирішення також лежить у площині фізики. Для вирішення цього питання необхідно об'єднати провідних учених усього світу, щоб вони могли зосередити всі свої зусилля на вивченні цієї фізичної проблеми.

Для досягнення вказаної мети вкрай важливо донести інформацію про цю проблему до світової громадськості. Лише коли з'явиться загальнолюдський запит до відповідальних осіб на те, щоб вони створили умови для об'єднання вчених світу в пошуку вирішення кліматичних проблем, тоді ми отримаємо шанс на життя, на наше майбутнє і майбутнє наших дітей.

Частина 3

РІШЕННЯ МОЖЛИВЕ

Можливо, виникає питання щодо причин відсутності публічного поширення інформації про реальний масштаб кліматичної загрози та відсутності її обговорення на високому рівні як серед учених, так і серед політиків. Відповідь криється в особливості роботи підсвідомості людини. Підсвідомість влаштована так, що якщо вона не бачить виходу з критичної ситуації, то просто блокує реальність та заперечує існування загрози.

Саме тому багато з тих людей, хто ознайомився з вищевикладеними фактами й отримав вичерпні докази планетарної катастрофи, що наближається, не діють адекватно до ситуації. Вони не вірять, що людство зможе впоратися з цим викликом та вижити. Ключова мета цього доклада — надати факти того, що рішення проблеми кліматичного колапсу існує.

ВІДНОВЛЕННЯ ОКЕАНУ

Важливою необхідною умовою для виживання людства є відновлення функції океану відводити тепло з надр. Інакше, як уже раніше зазначалося, під час цього циклу Земля може дійти до прогнозованої точки неповернення. Зупинимось докладніше на процесах, які відіграють найбільшу роль у прояві катастрофічної небезпеки прориву магми в районі Маріанської западини.

Під час циклу 12 000 років через зовнішній космічний вплив ядро планети перегріває мантію. У цей цикл зайве тепло не виходить із мантії через збій охолоджувальної функції океану з антропогенних причин. Це сприяє аномальному підвищенню температури магми та інтенсивному плавленню мантії.

Магма, що знаходиться в безпосередній близькості від ядра, стає екстремально гарячою й текучою, активно роз'їдаючи мантію та формуючи нові шляхи підйому до земної поверхні. Це, згідно з моделлю, призводить до формування проток і магматичних річок у мантії. Факти вказують на те, що цей процес уже помітний у Сибіру.

Відповідно до гіпотези, під час зіткнення магматичних річок відбуваються внутрішньомантіїні вибухи, спричинені ядерними реакціями, які вивільняють велику кількість енергії. Ці вибухи дестабілізують ядро Землі та ще сильніше збільшують температуру всередині планети та сейсмічну активність у земній корі.

За математичними розрахунками, темп розплавлення мантії Землі прискорюється та до кінця 2024 року, коли зовнішній космічний вплив на ядро посилиться, нагрівання й плавлення магми значно збільшиться. Передбачається, що з часом магма підніматиметься все ближче до поверхні.

Тектонофізичне моделювання показує, що, коли вся мантія розплавиться, глибокофокусні землетруси припиняться, земна кора може бути легко прорвана магмою в районі Маріанської западини.

Саме з цієї причини відновлення функції океану є критичною умовою для виживання людства та всієї планети.

Додатковим наслідком порушеної антропогенним фактором функції океану відводити тепло є надлишки вологи в атмосфері.

При збільшенні температури вод Світового океану відбувається інтенсивне випаровування вологи. Водяна пара, випаровуючись, забирає із собою теплову енергію з океану. Коли вологе повітря піднімається й досягає холодніших шарів атмосфери, водяна пара конденсується, тобто перетворюється знову на рідку воду. Це призводить до утворення хмар та в результаті до випадання аномальних дощів, паводків і повеней.

Виникає парадокс: в атмосфері стає більше водяної пари, зростає кількість екстремальних повеней у всьому світі, проте одночасно з цим половина земної кулі страждає від посухи. Це відбувається через підвищення температури атмосфери. Що вища температура повітря, то більше вологи воно може утримувати. Волога, випарувавшись, надовго затримується в атмосфері, не повертаючись у вигляді опадів на землю. Це й призводить до тривалих періодів посухи в певних регіонах.

Тепла та волога атмосфера також сприяє утворенню тропічних циклонів і посилює їхню руйнівну силу. Тепле та вологе повітря через меншу щільність піднімається, утворюючи зони низького тиску, що посилює швидкість

вітру. Коли вода в атмосфері конденсується, вона віддає всю накопичену теплову енергію, яка була поглинута під час випаровування. Це тепло є основним джерелом енергії для тропічних циклонів. Коли вітер, вода й тепло з'єднуються, вони набувають руйнівної сили.

Можливість відновлення функцій океану, включно з його здатністю відводити тепло з надр і підтримувати екологічну стабільність, може бути реалізовано завдяки повсюдному використанню пристроїв для видобутку води з повітря — атмосферних генераторів води (АГВ). Вони не тільки забезпечать достатньою кількістю води все населення Землі, а й допоможуть очистити Світовий океан від мікро- і нанопластику. Як уже йшлося в Частині 2 цієї доповіді, пластик і мікропластик через свій унікальний хімічний склад порушують теплопровідність океану, через що перешкоджають відведенню тепла з надр. Завдяки масовому впровадженню АГВ вода, що випаровується з океану та містить у собі мікропластик, буде проходити через фільтри пристрою, які видалять усі забруднюючі речовини. Речовини, що залишаться у фільтрі, йтимуть на переробку й подальше використання. Очищення від цих забруднювачів відновить здатність океану відводити тепло із земної кори в атмосферу і далі в космос. А також покращиться теплопровідність самої атмосфери, тобто тепло буде краще відводитися в космос завдяки тому, що атмосфера очиститься від зайвої вологи, метану й CO_2 .

Зараз зафіксовано зниження щільності й опускання верхніх шарів атмосфери. А за інтенсивного забору вологи з атмосфери відбувається її нормалізація по висоті і верхні шари стають щільнішими. Також стабілізується кількість вологи в атмосфері, що зменшить кількість екстремальних опадів і вітрів. Це стане можливим за повного переходу

з поточного споживання поверхневих і ґрунтових вод на використання води, що отримана з атмосфери цими пристроями як на побутовому, так і на виробничому рівні.

Розглянемо необхідні кроки для відновлення волого- і теплообміну між океаном, атмосферою та поверхнею земної кори.

На першому етапі слід повністю перейти на використання атмосферних генераторів води (АГВ) по всій планеті. Це дасть змогу відмовитися від забору води з наземних і підземних джерел. АГВ можуть виробляти необхідний обсяг води як для пиття, так і для промислових потреб. Вони стануть життєво важливими за умов водної кризи та забезпечать стійкість водопостачання, що дасть змогу повністю реалізувати одразу кілька Цілей сталого розвитку ООН, таких як:

- **Ціль 6.** Забезпечення доступу та раціонального використання водних ресурсів та санітарії для усіх.
- **Ціль 9.** Створення стійкої інфраструктури, сприяння інклюзивній і сталій індустріалізації та інноваціям.
- **Ціль 13.** Вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі змінами клімату та його наслідками.
- **Ціль 14.** Збереження та раціональне використання океанів, морів і морських ресурсів в інтересах сталого розвитку.
- **Ціль 15.** Захист та відновлення екосистем суші та сприяння їх раціональному використанню, раціональне лісокористування, боротьба з опустелюванням, припинення і повернення назад процесу деградації земель та зупинка процесу втрати біорізноманіття.
- **Ціль 17.** Зміцнення засобів здійснення й активізація роботи в рамках

Глобального партнерства в інтересах сталого розвитку.

Другим важливим етапом буде впровадження безпаливних генераторів енергії (БПГ), які необхідні для забезпечення АГВ необхідною та доступною енергією з огляду на їхню енергоємність. Також волога для установок генерації води має поповнюватися з природних джерел, які необхідно попередньо очистити. Для цього також слід ліквідувати відкриті водосховища та прибрати греблі. Саме впровадження БПГ дасть змогу скоротити залежність від гідроенергетики та дасть можливість відкрити греблі. Річки повернуться у свої природні русла, відновивши свою природну течію. Це усуне застій води й поверне річки до життя, що забезпечить стік чистих вод в океан. Отже, забруднення перестануть надходити в океан із континентів.

Ці заходи також дадуть змогу досягти цілої низки наступних цілей сталого розвитку, що затверджені Генеральною Асамблеєю ООН:

- **Ціль 7.** Забезпечення доступу для усіх до недорогих, надійних, відновлюваних та сучасних джерел енергії.
- **Ціль 8.** Сприяння поступальному, інклюзивному та сталому економічному зростанню, повній і продуктивній зайнятості та гідній праці для усіх.
- **Ціль 9.** Створення стійкої інфраструктури, сприяння інклюзивній і сталій індустріалізації та інноваціям.
- **Ціль 11.** Забезпечення відкритості, безпеки, життєздатності й екологічної стійкості міст і населених пунктів.
- **Ціль 13.** Вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками.

На третьому етапі відновлення волого- і теплообміну між океаном, атмосферою й поверхнею земної кори слід реконструювати каналізаційні системи. Вода не повинна скидатися у відкриті водойми. Вона повинна йти в ґрунт, проходячи природне доочищення через ґрунтові шари, перш ніж потрапляти у водойми.

Запропоновані наукові та практичні підходи можуть стати новою науково-технічною революцією. Вони спрямовані на забезпечення сталого водопостачання та збалансованого використання водних ресурсів. Але найголовніше, вони зможуть знизити негативний вплив на кліматичну систему планети. Ці заходи мають величезний потенціал для серйозної зміни екологічної ситуації, роблячи нашу планету більш стійкою до кліматичних викликів.

Передбачуваний ефект забору води з атмосфери оцінюється таким чином: 70 % проблем, пов'язаних із погіршенням клімату, можна вирішити, забираючи воду з атмосфери. Решту 30 % проблем вирішуватимуть за допомогою очищення стічних вод, тому це завдання також є першочерговим.

Якщо запропоновані заходи буде реалізовано, то, згідно з попередніми оцінками, відчутні результати стануть помітними вже через 2–3 роки. У перший рік після впровадження заходів ситуація може погіршитися, але приблизно через 8–14 місяців тепло- і вологообмін між океаном й атмосферою почне налагоджуватися. Уже через 2 роки слід очікувати перших позитивних результатів. Природа почне оживати, а атмосферні явища стануть більш врівноваженими. Через 5–8 років стане наочно помітно, наскільки води почнуть

очищуватися. Це відновить функцію океану в охолодженні планети. Повені та посухи підуть у минуле, а непотрібні вітри й перепади температур знизяться. Очікується, що клімат стане більш м'яким і передбачуваним.

Однак важливо розуміти, що ці заходи не зможуть розв'язати проблему геодинамічних катастроф, оскільки причина цих змін

знаходиться не в атмосфері. Повсюдне впровадження АГВ здатне буде лише пом'якшити наслідки зміни клімату та прискорити відновлення екології планети за умови, що ми захистимо планету від зовнішнього космічного впливу.

ВИСНОВКИ

Пропорційно до зростання частоти та інтенсивності природних катаклізмів збільшуватимуться і збитки по всьому світу. Потенційні збитки від майбутніх кліматичних катастроф вкрай важливо розраховувати, враховуючи експоненційну прогресію, яка відповідає загальносвітовому тренду наростання катаклізмів.

Таким чином, чим інтенсивніші та чим поширеніші екстремальні кліматичні явища, тим вищою є ймовірність зростання цін, і тим менш стабільною стає економіка світу. Це особливо важливо враховувати в умовах глобальних катастроф, спричинених геодинамічними та антропогенними факторами, які були описані в цій доповіді.

Для ефективного розв'язання цієї проблеми необхідна міжнародна співпраця

вчених, які можуть об'єднати свої зусилля й ресурси для розроблення та реалізації комплексних заходів. Сьогодні сучасну науку розрізнено, роздроблено на вузькопрофільні наукові напрямки й дисципліни, які не взаємодіють один з одним. Звісно, що за таких умов глобальної роз'єднаності неможливо комплексно проаналізувати та повноцінно дослідити цю планетарну загрозу. Якщо будуть створені умови для відкритого співробітництва, то вчені не будуть починати з нуля, оскільки вже є реальні напрацювання й розуміння причинно-наслідкових зв'язків у цьому напрямку.

Зараз необхідно діяти оперативно і розважливо використати час, що залишився.

Додаток 1

Метод об'єднання баз даних землетрусів

Були зібрані дані про землетруси різних основних сейсмологічних служб, таких як Міжнародний сейсмологічний центр (ISC)⁷⁸, Геологічна служба США (USGS)⁷⁹, Об'єднані науково-дослідні інститути сейсмології (IRIS)⁸⁰, Європейсько-середземноморський сейсмологічний центр (EMSC)⁸¹ і ресурс агрегації землетрусів Volcano Discovery (VD)⁸². Щоб отримати найбільш повне уявлення про ситуацію щодо землетрусів, ми створюємо базу даних, в яку об'єднуємо події з усіх даних джерел. Звичайно, частина подій присутня в декількох базах даних, тому необхідно виявити ідентичні події та згрупувати їх у процесі об'єднання. Однак кожна сейсмологічна служба оцінює параметри землетрусу (гіпоцентр, час землетрусу та його магнітуду) за своїми алгоритмами та на підставі певних наборів сейсмографів, тому суворе та однозначне зіставлення подій тільки за часом, гіпоцентром та магнітудою неможливе. Тому ми використовуємо нечітке зіставлення (fuzzy matching) подій двох баз даних за допомогою такого алгоритму.

Визначаємо подію A у першій базі даних D_1 як можливо пов'язану з подією B з другої бази даних D_2 , якщо відстань між їхніми епіцентрами ($D_{diff}(A,B)$) менша або дорівнює 300 км, різниця в часі події ($T_{diff}(A,B)$) менша за 90 секунд і різниця в оцінках магнітуди ($M_{diff}(A,B)$) менша або дорівнює 1. Оскільки існує кілька різних типів магнітуд землетрусів і, зокрема, в каталозі ISC для однієї події часто представлено кілька оцінок магнітуд,

то $M_{diff}(A,B)$ визначається як мінімальна різниця магнітуд $\min(\text{abs}(M_a - M_b))$ для двох землетрусів із магнітудою M_a події A та магнітудою M_b події B за таким алгоритмом:

Якщо A і B мають тип магнітуди M_w , то M_a і M_b вибираються з типів M_w ;

Інакше, якщо A і B мають тип магнітуди M_s , то M_a і M_b вибираються з типів M_s ;

Інакше, якщо A і B мають тип магнітуди m_b , то M_a і M_b вибираються з типів m_b ;

Інакше, якщо A і B мають тип магнітуди M_L , то M_a і M_b вибираються з типів M_L ;

У всіх інших випадках вибирається будь-яка магнітуда з A і будь-яка магнітуда з B для виконання умови: $\text{abs}(M_a - M_b)$ є мінімальним.

Для двох пов'язаних подій A і B обчислюється значення їхнього зв'язку як:

$$V(A,B) = 36 - 16 * T_{diff}(A,B)^2 / 8100 - 16 * D_{diff}(A,B)^2 / 90000 - 4 * M_{diff}(A,B)^2,$$

де $T_{diff}(A,B)$ вимірюється в секундах, $D_{diff}(A,B)$ — у кілометрах, $M_{diff}(A,B)$ — у магнітудах. Для двох абсолютно ідентичних подій A і B значення $V(A,B)$ дорівнює 36. Для двох подій A і B, що перебувають на межі можливої відповідності, значення $V(A,B)$ дорівнює 0.

Для знаходження відповідності між подіями в базах даних D_1 і D_2 необхідно, щоб кожній події з однієї бази даних відповідала не більше ніж одна подія з іншої бази даних, водночас щоб сума всіх значень $V(A,B)$ для обраних пар подій була максимальною.

⁷⁸ ISC Bulletin: event catalogue search <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/catalogue/>

⁷⁹ USGS Search Earthquake Catalog <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

⁸⁰ IRIS Wilber 3: Select Event http://ds.iris.edu/wilber3/find_event

⁸¹ EMSC Search earthquakes https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/

⁸² Volcano Discovery Earthquakes <https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/lists.html>

Формально ми можемо визначити граф G з набором вершин, утворених усіма подіями з D_1 і D_2 , з безліччю ребер, утворених парами можливо пов'язаних подій. Значення ребра між вершинами A і B встановлюється рівним $V(A,B)$. Сформульована таким чином задача оптимізації відома як відповідність із максимальною вагою у дводольних графах і може бути розв'язана за допомогою стандартних алгоритмів⁸³.

За цим алгоритмом ми отримуємо максимальний ваговий збіг між подіями в D_1 та D_2 і вважаємо події, що збіглися, ідентичними. Таким чином, об'єднана база даних D_m формується з подій у D_1 і подій, що не збігаються, у D_2 . Якщо подія з D_1 збігається з подією з D_2 , то дані про магнітуду з D_2 додають до набору оцінок величини магнітуду для події, що збіглася, у D_m .

Почавши з бази даних ISC і послідовно об'єднавши з нею бази даних USGS, IRIS, EMSC і Volcano Discovery (VD), ми отримали остаточну об'єднану базу даних (Merged).

Для побудови графіків, що порівнюють кількість землетрусів у різних базах даних, зазвичай потрібно обмежити дані певним діапазоном магнітуд. Щоб уникнути відмінностей у кількості землетрусів, викликаних різними оцінками магнітуд із кількох баз даних, ми використовуємо об'єднану базу даних для добору подій у заданому діапазоні магнітуд і побудови графіків (вона може містити кілька оцінок магнітуд для кожної події). Ми використовували два різні підходи:

1. Перший метод полягає в тому, щоб включити подію до вибірки подій, якщо будь-яка оцінка магнітуду для цієї події потрапляє в необхідний діапазон магнітуд.
2. Другий, складніший метод полягає у виборі найбільш відповідної оцінки

величини магнітуду та включенні події до вибірки, якщо найбільш відповідна оцінка перебуває в необхідному діапазоні магнітуд. Ми вибираємо найбільш відповідну оцінку магнітуду, шукаючи серед оцінок такі типи магнітуд (у порядку переваги): M_w , M_L , M_S , m_b , M_{VD} (це оцінка магнітуду з бази даних Volcano Discovery, оскільки в цій базі даних тип магнітуду недоступний), M_D , M_V . Якщо знаходиться будь-яка оцінка магнітуду цього типу для однієї події, то беруться всі оцінки магнітуду обраного типу для цієї події. Після цього для них обчислюють медіану і вибирають магнітуду, що збігається з медіаною. Якщо для цієї події немає оцінки жодного з перерахованих вище типів (що буває рідко, лише кілька відсотків подій у всій базі даних), то обирають будь-який тип магнітуду зі значенням, яке збігається з медіаною, обчисленою для всіх магнітуд цієї події.

Різниця отриманих кількостей подій при використанні першого і другого способу відбору подій у заданому діапазоні магнітуд невелика. Зазвичай це кілька відсотків.

Для графіка кількості землетрусів на рік (Рис. 7, 9) у кожній базі даних використовували перший метод добору подій з об'єднаної бази даних. Для графіків кількості унікальних сейсмічних подій (Рис. 10), що знаходяться в різних базах даних, використовували другий метод відбору землетрусів у заданому діапазоні магнітуд.

⁸³ Nittish Korula, Combinatorial Optimization. Maximum Weight Matching in Bipartite Graphs <https://courses.engr.illinois.edu/cs598csc/sp2010/lectures/lecture10.pdf>

Джерела

- Alexeev, G. V., Borovkov, M. I., & Titova, N. E. (2018). Sovremennyye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyh jemul'sij i nefteproduktov. [Modern means of purifying water from oil-fat emulsions and petroleum products]. *Colloquium-journal*, 7(18), 4-6.
- Alken, P., Thébault, E., Beggan, C.D. et al. (2021). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth Planets Space* 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>
- Androsova, N. K., Baranova, T. I., & Semykina D.V. (2020). Geological past and present of the Earth's magnetic poles. *EARTH SCIENCES/ "Colloquium-journal"*, 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388
- AON. (2023). Weather, Climate and Catastrophe Insight. <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25ce-a768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, p.42.
- Arushanov, M. L. (2023). Causes of Earth climate change, as a result of space impact, dispelling the myth about anthropogenic global warming. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>
- Arushanov, M. L. (2023). *Dinamika klimata. Kosmicheskie faktory*. [Climate Dynamics. Cosmic Factors]. Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.
- Aubourg, L., (2024, January 12). Editors' notes 2023's record heat partly driven by 'mystery' process: NASA scientist <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>
- Barkin, Yu. V. (2009). Ciklicheskie inversionnye izmenenija klimata v severnom i juzhnom polusharijah Zemli [Cyclic Inversion Climate Change in the Northern and Southern Hemispheres of Earth]. *Geology of the Seas and Oceans: Materials of the XVIII International Scientific Conference (School) on Marine Geology*. Vol. III. - Moscow: GEOS. pp. 4-8.
- Barkin, Yu.V., & Barkin, M. Yu., (2014). Novaja analiticheskaja teorija vrashhenija Zemlistat'ja [New Analytical Theory of Earth's Rotation]. *Engineering Journal: Science and Innovation*, 12(36). <https://istina.msu.ru/publications/article/7735956/>
- Barkin, Yu. V. & Smolkov, G. Ya. (2013). Abrupt changes in the trends of geodynamic and geophysical phenomena in 1997-1998. In *All-Russian Conf. on Solar-Terrestrial Physics, dedicated to the 100th anniversary of the birth of a corresponding member of the Russian Academy of Sciences Stepanov V. E. (September 16-21, 2013, Irkutsk)*, Irkutsk, 2013.
- Barletta, V. R., Bevis, M., Smith, B. E., Wilson, T., Brown, A., Bordoni, A., Willis, M., Khan, S. A., Rovira-Navarro, M., Dalziel, I., Smalley, R., Kendrick, E., Konfal, S., Caccamise, D. J., Aster, R. C., Nyblade, A., & Wiens, D. A. (2018). Observed rapid bedrock uplift in Amundsen Sea Embayment promotes ice-sheet stability. *Science*, 360(6395), 1335–1339. <https://doi.org/10.1126/science.aao1447>
- Baturin, A. M. (2001). Periodichnost globalnykh katastrof - 12166 let. [Periodicity of Global Catastrophes - 12166 years"] Monograph. Kursk CSTI.
- Belozеров, I. M. (2008). Nature as viewed by a physicist. *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, 12(68). <https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-glazami-fizika/viewer>
- Bowling, J. S., Livingstone, S. J., Sole, A. J., & Chu, W. (2019). Distribution and dynamics of Greenland subglacial lakes. *Nature Communications*, 10(2810). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10821-w>
- Briner, J. P., Cuzzone, J. K., Badgley, J. A., Young, N. E., Steig, E. J., Morlighem, M., Schlegel, N.-J., Hakim, G. J., Schaefer, J. M., Johnson, J. V., Lesnek, A. J., Thomas, E. K., Allan, E., Bennike, O., Cluett, A. A., Csatho, B., de Vernal, A., Downs, J., Larour, E., & Nowicki, S. (2020). Rate of mass loss from the Greenland Ice Sheet will exceed Holocene values this century. *Nature*, 586(7827), 70–74. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2742-6>
- Broquet, A., & Andrews-Hanna, J. C. (2022). Geophysical evidence for an active mantle plume underneath Elysium Planitia on Mars. *Nature Astronomy*, 7, 160–169. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3>
- Brown, S. K., Crosweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L., & Takarada, S. (2014). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5). <https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>
- Bryson, R. A. (1989). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115–125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>
- Bushuev, E. V., & Kopylov, I. P. (2005). *Kosmos i Zemlja. Elektromekhanicheskie vzaimodejstvija*. [Space and Earth. Electromechanical Interactions]. Monograph. Moscow: Energy.
- Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021). Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change. *Nature Communications*, 12, 6921. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27225-4>
- Cesca, S., Sugan, M., Rudzinski, Ł., Vajedian, S., Niemz, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M. P., Heimann, S., & Dahm, T. (2022). Massive earthquake swarm driven by magmatic intrusion at the Bransfield Strait, Antarctica. *Communications Earth & Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>
- Chadwick, J., Keller, R., Kamenov, G., Yogodzinski, G., & Lupton, J. (2014). The Cobb hot spot: HIMU-DMM mixing and melting controlled by a progressively thinning lithospheric lid. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15(8), 3107–3122. <https://doi.org/10.1002/2014gc005334>

- Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>
- Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>
- Copernicus. (2024, January 9) Copernicus: 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1.5°C limit <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>
- Cox, C., & Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>
- Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E., & Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>
- Damiani, T. M., Jordan, T. A., Ferraccioli, F., Young, D. A., & Blankenship, D. D. (2014). Variable crustal thickness beneath Thwaites Glacier revealed from airborne gravimetry, possible implications for geothermal heat flux in West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.023>
- Danilov, A. D., & Konstantinova, A. V. (2014). Reduction of the atomic oxygen content in the upper atmosphere. *Geomagnetizm i Aeronomija*. [Geomagnetism and Aeronomy], 54(2), 224–229. <https://doi.org/10.1134/S0016793214020066>
- Danilov, A.D., Konstantinova, A.V. (2020). Long-Term Variations in the Parameters of the Middle and Upper Atmosphere and Ionosphere (Review). *Geomagnetizm i Aeronomija* [Geomagnetism and Aeronomy], 60; 397–420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>
- Davidson, B. (2021). *The next end of the world*. Space Weather News. ISBN 9781098357788
- Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L., & Bauer-Gottwein, P. (2021). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes. *Geophysical Research Letters*, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>
- Dyachenko, A. I. (2003). *Magnetic Poles of the Earth*. Moscow: MCCME. 48 p.
- Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>
- Earth Observatory. (n.d). Antarctic warming trends. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>
- Easterbrook, D. J. (2016). *Evidence-based climate science, data opposing CO2 emissions as the primary source of global warming*, (2nd Ed.) Elsevier. Bellingham, USA. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>
- EM-DAT. (n.d.). *Inventorying hazards & disasters worldwide since 1988*. <https://www.emdat.be>
- Emmert, J. T., Lean, J. L., & Picone, J. M. (2010). Record-low thermospheric density during the 2008 solar minimum. *Geophysical Research Letters*, 37(12). <https://doi.org/10.1029/2010gl043671>
- EMSC. (n.d.). *EMSC Search earthquakes*. https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/
- Fernando, B., Daubar, I. J., Charalambous, C., Grindrod, P. M., Stott, A., Abdullah Al Ateqi, Atri, D., Ceylan, S., Clinton, J., Fillingim, M. O., Hauber, E., Hill, J. R., Kawamura, T., Li, J., Lucas, A., Lorenz, R. D., Ojha, L., Perrin, C., S. Piqueux, & Stähler, S. C. ... Banerdt, W. B. (2023). A tectonic origin for the largest marsquake observed by InSight. *Geophysical Research Letters*, 50(20). <https://doi.org/10.1029/2023gl103619>
- Frattasi, P. (2023, May 8). Ai Campi Flegrei 675 terremoti ad aprile 2023: è il mese con più scosse degli ultimi 20 anni. [At the Phlegraean Fields, 675 earthquakes in April 2023: it is the month with the most tremors in the last 20 years]. [Fangage.it https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/](https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/)
- Gase, A., Bangs, N. L., Saffer, D. M., Han, S., Miller, P., Bell, R., Arai, R., Henrys, S. A., Shiraishi, K., Davy, R., Frahm, L., & Barker, D. (2023). Subducting volcanoclastic-rich upper crust supplies fluids for shallow megathrust and slow slip. *Science Advances*, 9(33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh0150>
- GeoNet. (2022, December 2). Strong M5.6 earthquake consistent with continued minor volcanic unrest at Taupō. Volcanic Alert Level remains at Level 1. Volcanic Activity Bulletin. <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnlaYDG0LYSgI>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). Long-term trend of the ionospheric E-layer response to solar flares. *Solnechno-Zemnaya Fizika* [Solar-Terrestrial Physics], 8(1): 51–57. <https://doi.org/10.12737/szf-81202206>
- Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). On the causes of cooling and settling of the middle and upper atmosphere. *Izvestija RAN. Fizika atmosfery i okeana*. [News. Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Ocean Physics], 58(5), 601-614. <https://doi.org/10.31857/S0002351522050042>
- Gorny, V. I. et al. (2001) Model of the mantle-lithospheric interaction based on data from Uralseys Geotraverse for prospecting seismology and remote geothermal method. *Deep structure and geodynamics of the Southern Urals*. Tver. pp. 227-238.

- Hapgood, C. H. (1958). *Earth's shifting crust: A key to some basic problems of earth science*. Pantheon Books, Science.
- Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)
- Hruzov, V. I. (October 2021). Nejtironnaja Vselennaja, Gl. 10. Raschjot nejtronnogo jadra Zemli [Neutron Universe. Ch. 10. Calculation of the Earth's neutron core]. Moscow: Libmonster Russia. Retrieved from: <https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556, 492–496. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>
- IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory. (n.d.). Length of day — Earth Orientation Parameters: https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223
- International Seismological Centre. (n.d.). Bulletin of the International Seismological Centre. <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin> <https://doi.org/10.31905/D808B830>
- IRIS. (n.d.). IRIS Wilber 3: Select Event http://ds.iris.edu/wilber3/find_event
- Kamis, J. E., (n.d.). Geologically induced northern atlantic ocean “warm blob” melting Southern Greenland ice sheet. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet>
- Kamis, J. E., (2016, November 3). West Antarctic glacial melting from deep earth geological heat flow not global warming. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/west-antarctic-glacial-melting-from-deep-earth-geological-heat-flow-not-global-warming>
- Khalilov, E. (Ed.). (2010). *Global changes of the environment: Threatening the progress of civilization*. GEOCHANGE: Problems of Global Changes of the Geological Environment, 1, London, ISSN 2218-5798.
- Kopylov, I. (2001, November 1) *Elektromekhanika Solnechnoj sistemy* [Electromechanics of the solar system]. NVO.
- Korula, N. (2010, February 18). *Combinatorial Optimization. Maximum Weight Matching in Bipartite Graphs*. Lecture in CS 598CSC: Combinatorial Optimization. <https://courses.engr.illinois.edu/cs598csc/sp2010/lectures/lecture10.pdf>
- Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020). *Science*, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>
- Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Scientific Reports*, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>
- Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>
- Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>
- Loose, B., Naveira Garabato, A. C., Schlosser, P., Jenkins, W. J., Vaughan, D., & Heywood, K. J. (2018). Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier. *Nature Communications*, 9(2431). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>
- Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>
- Lushvin, P., (2018, March 27). Prirodnye ravninnye pozhary i kak ih minimizirovat' — 2 [Natural Grassland Fires and How to Minimize Them — 2]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/2395754>
- Lushvin, P., (2019). Natural Plain Fires and How to Minimize Them. Presentation at the 26th meeting of the All-Russian Interdisciplinary Seminar-Conference of the Geological and Geographical Faculties of Moscow State University “Planet Earth System,” January 30 — February 2, 2018.
- Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). Development of ice cover in water areas during methane. *International Journal of Geosciences*, 12(9), 927-940. <https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>
- Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). History of observations of seismogenic phenomena in the atmosphere and formalization of their decryption. *International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences*, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>
- Malinin V. N. & Vaynovsky P. A. (2021). Trends of moisture exchange components in the ocean-atmosphere system under global warming conditions”, *Reanalysis-2. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space] 18(3), 9-25. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-9-25
- Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed ocean bottom temperature variability at four sites in the northwestern argentine basin: Evidence of decadal deep/abyssal warming amidst hourly to interannual variability during 2009–2019. *Geophysical Research Letters*, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020gl089093>
- Mersereau, D., (2023, September 9). A world first, every tropical ocean saw a Category 5 storm in 2023. *The Weather Network*. <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/a-world-first-every-tropical-ocean-saw-a-category-5-hurricane-cyclone-in-2023>

- Mikhaylova R.S. (2014). Strong earthquakes in the mantle and their impact in the near and far zone. Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>
- Mikhailova, R. S., Ulubieva, T. R., & Petrova N. V. (2021). The Hindu Kush earthquake of October 26, 2015, with Mw=7.5, 10~7: Preceding Seismicity and Aftershock Sequence. *Earthquakes of Northern Eurasia*, 24, 324–339. <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.31>
- Morton, A. (2019, December 27). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2024). NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. (<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73
- Nippon. (2018, May 16). Sakurajima, Japan's Most Active Volcano. <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>
- Oppo, D. (2013, October 31). Is global heating hiding out in the oceans? Columbia Climate School. The Earth Institute. <https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3130>
- Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. *Nature Communications*, 10(1622). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>
- Otosaka, I. N., Horwath, M., Mottram, R. & Nowicki, S. (2023). Mass Balances of the Antarctic and Greenland Ice Sheets Monitored from Space. *Surveys in Geophysics*, 44:1615–1652. <https://doi.org/10.1007/s10712-023-09795-8>
- Petrov, N. V. (2015). The Climate of the Earth: The solution to the problem of climate change of the Earth from the position of the law the preservation of life in space. *Ecology and Society Development: Journal of the International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences*, 4, 11-23. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/2551-ptr.pdf>
- Pisoft, P., Sacha, P., Polvani, L. M., Añel, J. A., de la Torre, L., Eichinger, R., Foelsche, U., Huszar, P., Jacobi, C., Karlicky, J., Kuchar, A., Miksovsky, J., Zak, M., & Rieder, H. E. (2021). Stratospheric contraction caused by increasing greenhouse gases. *Environmental Research Letters*, 16, 064038. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfe2b>
- PMODWRC. (n.d.). Solar Constant: Construction of a Composite Total Solar Irradiance (TSI) Time-Series from 1978 to the Present <https://www.pmodwrc.ch/en/research-development/solar-physics/tsi-composite/>
- Reteyum, A. Yu. (2020, April 11). Epidemii v obstanovke bol'shogo solnechnogo minimuma [Epidemics in the context of a major solar minimum]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/2913426>
- Reteyum, A. Yu. (2020, April 11). Opasnyj mif antropogennogo poteplenija [The dangerous myth of anthropogenic warming]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/3101660>
- Rezvanbehbahani, S., Stearns, L. A., Kadivar, A., Walker, J. D., & van der Veen, C. J. (2017). Predicting the geothermal heat flux in Greenland: A machine learning approach. *Geophysical Research Letters*, 44(24), 12,271-12,279. <https://doi.org/10.1002/2017gl075661>
- Rogozhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>
- Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521–539. [https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)
- Rosenthal, Y., Linsley, B. K., & Oppo, D. W. (2013). Pacific ocean heat content during the past 10,000 years. *Science*, 342(6158), 617–621. <https://doi.org/10.1126/science.1240837>
- Rysgaard, S., Bendtsen, J., Mortensen, J., & Sejor, M. K. (2018). High geothermal heat flux in close proximity to the Northeast Greenland Ice Stream. *Scientific Reports*, 8(1344). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19244-x>
- Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo Iacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>
- Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>
- Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginit, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>
- Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences. *Physics & Astronomy International Journal*, 2(4), 310–321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>
- Smotrin E. G., candidate of military sciences. (1998). Natural disasters and catastrophes — the main threat to planetary and Eurasian security upon entering the 3rd millennium AD. *Geostrategy and Technologies XXI*. <http://www.geost-21.su/ru/node/1>

- Strass, V. H., Rohardt, G., Kanzow, T., Hoppema, M., & Boebel, O. (2020). Multidecadal warming and density loss in the Deep Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Climate*, 33(22), 9863–9881. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0271.1>
- Sun, D., Li, F., Jing, Z., Hu, S., & Zhang, B. (2023). Frequent marine heatwaves hidden below the surface of the global ocean. *Nature Geoscience*, 16(12), 1099–1104. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01325-w>
- Sun, W., & Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>
- Swiss Re Institute. (2023, December 14). Natural catastrophes in focus: Tornados, hail and thunderstorms. <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>
- Tarasov, L. V. (2012) *Earth magnetism: A textbook*. Dolgoprudny: Intellect Publishing House, 184 p.
- Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms*. Bengal Tiger Pr.
- Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P wave tomography beneath Greenland and surrounding regions: 1. crust and upper mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>
- The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>
- The Watchers. (2023, February 23). Increased seismic activity under Trident volcano, Alaska. <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska/>
- van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>
- United Nations. (n.d.). Her land. Her rights. <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>
- USGS. (n.d.). Search results: Seismic activity in the Mariana Trench region according to USGS data. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-15.62304,98.08594&extent=45.39845,196.52344&range=search&search=%7B%22name%22:%22Search%20Results%22,%22params%22:%7B%22starttime%22:%222023-11-23%2000:00:00%22,%22endtime%22:%222023-11-26%2023:59:59%22,%22maxlatitude%22:29.075,%22minlatitude%22:6.49,%22maxlongitude%22:155.215,%22minlongitude%22:133.242,%22minmagnitude%22:2.5,%22orderby%22:%22time%22%7D%7D>
- USGS. (n.d.). USGS Search Earthquake Catalog. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
- Viterito, A. (2022). 1995: An important inflection point in recent geophysical history. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>
- Vogt, D. B. (2007). *God's Day of Judgment; The real cause of global warming (1st Ed.)*. Vector Associates.
- Vogt, D. B. (2015). *The theory of multidimensional reality*. Vector Associates.
- Volcano Discovery. (n.d.). Volcano Discovery Earthquakes. <https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/lists.html>
- Volcano Hazards Program. (2015, September 17). Mauna Loa - earthquake and deformation data 2010-2016. <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>
- Vsegei. (n.d.). Tajaniju Idov Grenlandii sposobstvuet Islandskij pljum [The melting of Greenland's ice is facilitated by the Icelandic plume.] https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325
- White, K. W. (1992). *World in peril: The origin, mission, and scientific findings of the 46th/72nd Reconnaissance Squadron*, K. White, ISBN 0962891681.
- Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétaux, Wada, Y., & Berge-Nguyen, M. (2023). Satellites reveal widespread decline in global lake water storage. *Science*, 380(6646), 743–749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>
- Yurganov, L. N., Leifer, I., & Sunil Vadakkepuliambatta. (2017). Evidences of accelerating the increase in the concentration of methane in the atmosphere after 2014: satellite data for the Arctic. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from Space]* 14(5), 248–258. https://www.researchgate.net/publication/317587506_Evidences_of_accelerating_the_increase_in_the_concentration_of_methane_in_the_atmosphere_after_2014_satellite_data_for_the_Arctic
- Zotov, L. V., Barkin, Y. V. & Lyubushin, A. A. (2009). Dvizhenie geocentra i ego geodinamika [The motion of the geocenter and its geodynamics]. In 3rd. conf. Space geodynamics and modeling of global geodynamic processes, Novosibirsk, September 22-26, 2009, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. (pp. 98-101). Novosibirsk: Geo.