

Екологічні катастрофи

Фактичний матеріал, зібраний палеонтологами, кліматологами, астрономами, свідчить, що в історії Землі багато процесів має циклічний характер, причому одні з відрізків цих циклів можна розглядати як повільну еволюцію, інші ж – як швидкі революційні зміни. Особливо переконливо про це свідчить історія органічного світу. Палеонтологам нині відомі «критичні епохи» в розвитку біосфери, протягом яких вимирали великі систематичні групи рослин і тварин, які до цього існували десятки мільйонів років, а також епохи швидкого розвитку окремих систематичних груп. Так, на початку палеозойської ери в морях різко зменшилася кількість без скелетних організмів, натомість бурхливо почали розвиватися скелетні, вкриті панцирами—трилобіти, молюски. Наприкінці палеозою вимерли великі земноводні та більшість папоротевих рослин, у середині крейдяного періоду швидко з явилися покритонасінні рослини, а наприкінці—раптово вимерли динозаври, натомість бурхливо почали розвиватися ссавці.

Перелік таких прикладів можна було б продовжити. Причому багато які переломні моменти в розвитку біосфери мають катастрофічний характер. Розглянемо, наприклад, вимирання динозаврів. Ця група тварин панувала на Землі протягом майже 150 млн. років. Мільйони, якщо не мільярди цих рептилій, трав'яїдних і хижих, гігантів, таких як 70 – тонний диплодок, і малих, розміром з голуба, сухопутні та морські, бігаючи по землі та ширяючи в повітрі, населяли всю Землю. Це була справжня ера ящерів. І ось завершується крейдяний період, а з ним і вся мезозойська ера. І трапляється неймовірне: динозаври щезають! Гіганти і пігмеї, сухопутні, морські і літаючі—всі до одного, на всій Землі, не залишивши нащадків. Як писав американський палеонтолог Д.Сімпсон «найбільш загадкова подія в історії Землі—це перехід від мезозою, віку рептилій до кайнозою—віку ссавців. Враження таке, ні і тут же підняласяби під час спектаклю, в якому всі головні ролі виконували рептилії, й зокрема натовпи найрізноманітніших динозаврів, завіса на мить упала і тут же піднялася знову, відкривши ті ж декорації, але зовсім інших

акторів: жодного динозавра, інші рептилії на задньому плані в ролі статистів, а в головних ролях—ссавці, про яких в попередніх діях не було і мови.

Ідею про катастрофічні події в історії Землі, зокрема про екологічні катастрофи, нині поділяє багато вчених. Обговорюються причини і масштаби таких катастроф, їх імовірність у майбутньому та вплив на біосферу. Серед причин катастрофічних швидких змін, зокрема і біологічних, називають як внутрішні, зумовлені властивостями самої Землі як планети, так і зовнішні, космічні. Проте слід наголосити, що чіткої межі між цими двома групами причин провести неможливо, бо всі внутрішні, земні причини, при більш детальному розгляді виявляються так чи інакше пов'язані з зовнішніми, космічними.

Зміни магнітного поля на Землі.

Однією з особливостей нашої планети є її магнітне поле. Воно є однією з необхідних умов існування життя на нашій планеті. Всі живі істоти Землі мільйони років еволюціонували саме в умовах магнітного поля і без нього існувати не можуть. Канадський учений Крейн досліджував живі організми, які знаходилися в спеціальній камері з меншою, ніж земна, напруженістю магнітного поля. Після 72-годинного перебування в таких умовах різко (в 15 разів) зменшувалась здатність бактерій до розмноження, знижувалась нейро - моторна активність птахів, у мишей порушувався обмін речовин. В разі тривалішого перебування в умовах послабленого магнітного поля в тканинах виникали незворотні зміни і розвивалося безпліддя.

Але ж геофізики (палеомагнітологи) встановили, що протягом геологічної історії нашої планети магнітне поле неодноразово знижувало свою напруженість і навіть змінювало знак (тобто північний і південний магнітні полюси мінялися місцями). Таких епох зміни знака магнітного поля, або інверсій, нині встановлено багато десятків, вони відбилися в магнітних властивостях гірських порід. У епохи безпосередньої зміни знака магнітного поля це поле щезало, щоб потім знову з'явитися, наростаючи до норми, але вже з протилежним знаком. Скільки часу тривала епоха без магнітного поля, палеонтологи сьогодні сказати не можуть, але гадають, що кілька тисяч років. Наприклад, нинішня

магнітна епоха умовно названа епохою прямої полярності. Вона триває вже близько 700 тис. років. Проте напруженість поля повільно, але неухильно знижується. Якщо цей процес буде розвиватися і надалі, то приблизно через 2 тис. років напруженість магнітного поля Землі впаде до нуля, а потім, через певний час «без магнітної епохи», почне наростати, але буде мати протилежний знак.

Якщо досліді Крейна вважати адекватними, то «без магнітна епоха» має сприйматися живими організмами як катастрофа. Багато з них вимруть, або змінять свої властивості. Проте існує ще й інша небезпека. Справа в тому, що магнітне поле Землі є щитом, який захищає життя на Землі від потоку сонячних і космічних часток (електронів, протонів, ядер деяких елементів). Рухаючись з величезними швидкостями, такі частинки є сильним іонізуючим фактором, що впливає на живу тканину, й, зокрема, на генетичний апарат організмів.

За допомогою перших супутників запущених на космічні орбіти, були виявлені радіаційні пояси навколо нашої планети. Встановлено, що земне магнітне поле відхиляє траєкторії космічних іонізуючих часток і «закручує» їх навколо планети.

Отже в епохи, коли Земля не має магнітного поля, у неї щезає захисний антирадіаційний щит. Значне (в кілька разів) збільшення радіаційного фону має значно впливати на біосферу: одні групи організмів повинні вимирати, серед інших має різко зростати кількість мутацій тощо. А якщо взяти до уваги сонячні спалахи, тобто колосальні за потужністю вибухи на Сонці, що вивергають надзвичайно сильні потоки космічних променів, то слід зробити висновок, що епохи щезання магнітного поля Землі є епохами катастрофічного впливу на біосферу з боку Космосу.

Спалахи наднових зірок

У 1957 році російські вчені В. Красовський і Й. Шкловський розглянули ще одну можливу космічну причину земних катастроф. У нашій та інших галактиках астрономи час від часу спостерігають грандіозні космічні явища — спалахи наднових зірок. Деякі зірки, що істотно не відрізняються від інших, раптово спалахують і починають випромінювати світла в мільйони разів

більше, ніж до спалаху. В нашій Галактиці остання така подія була зафіксована стародавніми китайськими астрономами, що описали появу «зірки – гості». Ця зірка була настільки яскравою, що її спостерігали навіть удень, вона була яскравіша за Венеру й поступалася світністю лише Місяцю. Через кілька місяців зірка поступово згасла. Сучасні астрономи на місці «зірки – гості» спостерігають Крабовидну туманність—світну газову оболонку наднової зірки, що продовжує розширюватися після спалаху.

Встановлено, що вибух наднової зірки супроводжується дуже великими дозами ультрафіолетового і рентгенівського випромінювання та потоками космічних променів високої енергії. На щастя, спалах наднової зірки в Крабовидній туманності відбувся дуже далеко від Землі – на відстані понад 1 тис. парсеків ($1 \text{ парсек} = 30,857 \cdot 10^{12} \text{ км}$), отже ця космічна катастрофа на земне життя ніяк не вплинула. Та чи можливі такі грізні явища поблизу Землі?

В. Красовський і Й. Шкловський підраховали, що спалахи наднових зірок у нашій Галактиці відбуваються в середньому раз на 100 років, зокрема в околицях Сонячної системи (на відстані до 10 парсеків) раз на 750 млн. років. А можливо, навіть раз на 200 млн. років. Тобто за час існування на Землі біосфери такі явища мали місце кілька разів. Які це могло мати наслідки?

У результаті близького спалаху наднової зірки Земля протягом кількох тисячоліть опромінювалася потоком жорстких рентгенівських, ультрафіолетових та космічних променів. На Землі різко підвищувався радіаційний фон. Усе це могло мати серйозні біологічні, перш за все генетичні наслідки. Збільшувалася частота мутацій, що особливо сильно впливало на довго живучі організми. На думку вчених з такою космічною катастрофою може бути пов'язана, зокрема й загибель динозаврів наприкінці крейдяного періоду.

Метеоритні вибухи

Можливо найбільше поняттю «катастрофи» відповідали грандіозні явища, що супроводжували в далекому минулому падіння на поверхню Землі великих космічних тіл (метеоритів, астероїдів, комет). Останнім часом вчені виявили на Землі багато слідів таких катастроф у вигляді метеоритних кратерів. Це воронкоподібні заглиблення в землі діаметром десятки, а то і сотні кілометрів.

Наприклад, в Україні в Дніпропетровській обл. поблизу с. Болтишка знайдено заповнений осадочними породами кратер діаметром 25 км. Він утворився в результаті падіння великого метеорита 100 млн. років тому. Ще більший кратер діаметром близько 100 км виявлено в Сибіру, в басейні ріки Хатанги. Катастрофа мала місце 30 млн. років тому, коли космічне тіло з великою швидкістю пробило осадочні породи Сибірської платформи товщиною 1,2 км і зіт такої вибуху 120 млн. атомних бомб кнулося з кристалічними породами фундаменту, миттєво перетворившись на високотемпературний газ, тобто вибухнувши. Про силу цього вибуху свідчать уламки скель діаметром у 20 м, розкидані на відстані до 40 км від кратера. Енергія цього колосального вибуху оцінюється в 10^{23} Дж, тобто вона в тисячі разів перевищувала енергію найпотужніших вулканічних вибухів і в сотні тисяч разів—найсильніших землетрусів. Ця колосальна енергія дорівнює енергії вибуху 120 млн. атомних бомб такої потужності, яку було скинуто на Хіросіму.

Останнім часом з'явилися вагомні свідчення на користь того, що катастрофа наприкінці крейдяного періоду, що призвела до загибелі динозаврів, могла спричинити саме падінням на Землю одного або кількох великих космічних тіл. Доказом цього є іридієва аномалія на межі крейдяного та палеогенового періодів. У тих місцях земної кулі, де спостерігається безпосередній перехід (без перерви) крейдяних порід у палеогенові, геологи виявили тонкий прошарок глини, збагаченої іридієм, кобальтом, нікелем та іншими елементами, що характерні для метеоритів. Тут же знайдено частки сажі та дрібні зерна високобаричних мінералів (коесіт, високотемпературна шпінель тощо), які свідчать про вплив надвисоких тисків і темпе катастрофаратур. Вчені вважають їх появу наслідком колосальних вибухів і спричинених ними великих пожеж, що охопили більшу частину материків. Кліматична катастрофа, яка була наслідком падіння астероїда (забруднення атмосфери пилом і сажею пожеж, викликане цим похолодання тощо), привела до швидкої загибелі динозаврів. Ссавці, що були в ті часи невеликими тваринами розміром з щура, жили в норах і харчувалися комахами, пережили вселенську катастрофу. Зникнення зі сцени дино-

заврів, які тривалий час «не давали життя» ссавцям, дозволило останнім швидко освоїти життєвий простір.

Чи можливе зіткнення Землі з крупним метеоритом чи астероїдом в наш час? Остання така подія сталася близько 50 тис. років тому, коли утворився Арізонський кратер у США діаметром 1,2 км і глибиною 180 м. Метеорит упав у пустельному районі, що ніяких істотних наслідків для навколишнього життя не мало.

Дехто з астрономів припускає, що знаменитий Тунгуський феномен у 1908 р. був викликаний вибухом у атмосфері невеликої комети. Енергія цього вибуху становила 10^{18} Дж, і він викликав велику пожежу й вивал лісу на площі у сотні км². Якби ця подія трапилася не над безлюдною сибірською тайгою, а над густонаселеною частиною Землі, наслідки були б трагічні, хоча, звичайно, вселенською катастрофою цей вибух назвати ніяк назвати не можна.

Велике занепокоєння викликало повідомлення астрономів про близьке проходження поблизу Землі астероїда Ікар у 1968 р. Пророкували навіть близький кінець світу внаслідок падіння на Землю цієї космічної брили масою сотні мільйонів тон. Дійсно, якби сталося таке зіткнення, то сила вибуху була б еквівалентна силі тисячі водневих бомб. На щастя астероїд пройшов на відстані близько 6 млн. км від Землі.

Таких астероїдів розміром 1 км і більше, орбіти яких перетинають орбіту нашої планети і які в принципі можуть зіткнутися з Землею, астрономи нарахували близько 1300. Імовірність такої катастрофічної події оцінюється як один випадок на 100 тис. років. Будемо сподіватися, що людство знайде методи боротьби з цією потенційною загрозою. Вже під час проходження Ікара поблизу Землі обговорювалася пропозиція вислати назустріч астероїду ракету з ядерною боєголовкою, щоб вибухом роздробити його на дрібні фрагменти. В усякому разі нині існують спеціальні астрономічні програми стеження за рухом астероїдів, які підходять близько до Землі.

Інші катастрофічні події, що час від часу трапляються на Землі— виверження вулканів, землетруси, тайфуни тощо, мають локальний характер і вплинути на еволюцію біосфери в цілому не можуть. Як свідчать гляціологічні

дослідження зледеніння, які неодноразово відбувалися в історії нашої планети, теж не мали глобального характеру. Зокрема, ніколи, яким би сильним і тривалим зледеніння не було, льодовики не досягали тропічних широт, тобто північна і південна льодовикові шапки не змикалися. Отже, в органічного світу Землі завжди залишалася резервна територія, не зайнята кригою, й більшість видів тварин і рослин могли мігрувати в екваторіальну зону й пережити там похолодання. Однак, зазвичай, в тих широтах, які переживали похолодання, органічний світ змінювався кардинально, зміщувалися межі кліматичних і біо-географічних зон тощо.

Слід зазначити, що потенційно небезпечні для людства природні явища—землетруси, виверження вулканів, урагани—мають місце в певних зонах Землі. Вони часто завдають значної матеріальної шкоди та призводять до людських жертв. За оцінками вчених збитки внаслідок різних стихійних лих в усьому світі становлять щорічно близько 30 млрд. доларів, а кількість людських жертв оцінюється в 250 тис. чоловік. Найбільше людських жертв спричинюють урагани, а найзначніших збитків—повені.

Урагани

Урагани (тайфуни, тропічні циклони) виникають над теплими водами Світового океану в його тропічній зоні. Руйнівна дія ураганів зумовлена великою швидкістю вітру (до 100 м/сек і навіть більше), який супроводжується значними зливами, нагоном морських вод у дельти рік, на низькі морські узбережжя тощо. Ураган над сушею зриває дахи з будинків (легкі будинки зносить цілком), вириває з корінням і ламає дерева, перевертає автомобілі й залізничні вагони, руйнує лінії електропередач. Особливо потерпають від тропічних ураганів острівні і прибережні країни, в першу чергу ті, що розвиваються (Бангладеш, Філіппіни, Індонезія тощо). Урагани над морем здіймають величезні хвилі, що призводить до загибелі кораблів.

За даними світової статистики, лише за 1960-1980 р.р. 20 ураганів у різних районах світу позбавили життя близько 350 тис. людей і завдали збитків, що перевищують 5 млрд.доларів. Лише один тропічний ураган Ада в 1970 р. забрав життя 300 тис. жителів Бангладеш. Удосконалення служби метеопрогнозів

(зокрема впровадження в системи попередження про урагани космічних засобів стеження) дозволяє здійснювати термінову евакуацію населення з загрозованих ділянок і зменшувати кількість людських жертв. Проводяться також дослідження впливу на урагани (особливо ті, що лише зароджуються) внесенням у хмари деяких хімічних реагентів (AgI тощо). Це в ряді випадків викликало передчасне випадіння дощу і послаблення руйнівної сили урагану.

Повені

Повені, тобто тимчасові затоплення низинних територій річкових долин, спричинюються великими мусонними дощами, циклонами, ураганами й іншими метеорологічними причинами. Значна шкода, якої повені завдають людству, значною мірою пояснюється тим, що її нині ще важко прогнозувати. Для боротьби з повенями будують дамби, греблі, регулюючі басейни (водосховища), виконують вибухові роботи для руйнування льодових заторів на річках тощо. Руйнівна дія повеней може бути посилена непередбаченим зрубанням лісів у басейнах рік (особливо у гірських місцевостях). Так великої шкоди н/г України було завдано повенями на р. Дністер й інших ріках західної, прикарпатської її частини наприкінці 60-х років ХХ ст. і у 2007 році. Значною мірою вони були зумовлені вирубуванням карпатських лісів, які відіграють водорегулюючу роль у цьому регіоні. Доведеться затратити багато зусиль і коштів для відновлення зведених лісів.

Землетруси та вулканічні виверження

Грізним стихійним лихом, якому людство нині ще не може нічого протиставити, є землетруси. Велика кількість жертв і колосальні матеріальні збитки від землетрусів пояснюється кількома причинами:

- землетруси досі майже неможливо передбачити (відомо лише кілька прогнозів, що підтвердилися);
- під час землетрусів виділяється колосальна енергія; наприклад сейсмічна енергія, що виділилася за кілька секунд внаслідок катастрофічного землетрусу в Перу в 1970 р. приблизно дорівнює добовому споживанню електроенергії США;

- часто землетруси мають місце в густонаселених районах країн, які розвиваються; їх бідність зумовлює погану якість будівель, що розсипаються навіть від порівняно слабких поштовхів, ховаючи під уламками тисячі людей.

В Україні сейсмічно небезпечними районами є Карпати та Гірський Крим. У минулому тут відбувалися руйнівні землетруси силою 6-8 балів (Наприклад Ялтинський землетрус 1927 р.). Центральні райони України належать до сейсмічно спокійних, хоча і тут інколи реєструються підземні поштовхи, що докочуються з районів Карпат і гір Вранча (Румунія).

Слід також згадати, що деякі непродумані дії людей можуть викликати землетрус у сейсмічно безпечному районі. Відомі випадки, коли внаслідок швидкого заповнення водою водосховища в прилеглому районі починалися підземні поштовхи, інколи руйнівні. Такий землетрус стався у Індії в 1967 р. внаслідок спорудження водосховища на р. Койна. Може спровокувати землетрус також накачування води у підземні порожнини в гірських породах. Ці явища пояснюються тим, що маса води у водосховищі діє як додатковий фактор, що виводить з рівноваги блоки гірських порід, вони починають рухатися. Вода, накачана у підземні шари порід, діє як мастило, зменшує тертя між блоками, що теж може викликати їх переміщення, а отже, землетрус.

Грізним стихійним лихом у деяких районах Землі є вулканічна діяльність. Часто виверження вулканів супроводжується землетрусами, а підводні вулканічні виверження в океані – руйнівними хвилями цунамі. Іноді вулканічні виверження викидають у верхні шари атмосфери так багато газів, вулканічного попелу, що це призводить до зниження опромінення Землі Сонцем і похолодання. Таке явище було зафіксоване, наприклад у 1815 р. під час виверження вулкану Тімор у Індонезії. Деякі метеорологи вважають, що інтенсивна вулканічна діяльність такого типу в минулому могла призводити до глобальних похолодань і навіть зледенінь.

Екологічні катастрофи викликані людиною

Людина – частина природи, й найбільш небезпечні для нашої планети катастрофи й забруднення навколишнього середовища пов'язані саме з нею.

Найстрашніша наруга над людяністю – це війна. На відміну від будь-яких звірів, людина здатна з неймовірною жорстокістю вбивати подібних до себе. Вченими підраховано, що за останні 6000 тисяч років люди пережили 14513 воєн, в яких загинуло 3640 млн. чоловік. По суті було вибито більше половини населення планети. Світова термоядерна війна у лічені хвилини може знищити все людство. Адже потужність ядерних зарядів накопичених людством, у 1980 році становила 8 тис. Мт тринітротолуолу (по 2 тони на кожного жителя Землі).

Історія людства сповнена жахливих прикладів геноциду, звірячої жорстокості завойовників, загибелі в пожежах спустошливих воєн міст, храмів, бібліотек, які створювалися століттями.

Війна постійно дорожчає. Якщо витрати на I світову війну становили 50 млрд. доларів, то II обійшлася вже в 10 разів дорожче. Наприкінці 80-х років минулого століття витрати на озброєння становили вже 1 трильйон доларів. Це перевищує асигнування всіх країн світу на медицину, освіту і житлове будівництво. Крім того на виробництво засобів знищення залучено найкращі уми планети, найновіші технології, найдефіцитніші матеріали.

Витрачаючи кошти на озброєння, людина обмежує можливості вирішення інших проблем, зокрема пов'язаних з забрудненням навколишнього природного середовища. Значить, витрачаючи сили і кошти на підготовку ядерної катастрофи, людство одночасно наближає невідворотність катастрофи екологічної. Навіть не світова ядерна війна, а локальний ядерний конфлікт викличе таку кліматичну катастрофу, від якої загине не лише все людство, а й вся біосфера Землі.

Прикладом екологічної катастрофи викликаній військовим конфліктом, є події, що відбулися на території Кувейту та прилеглих ділянок Перської затоки після операції «Буря в пустелі» на початку 1991 року. Відступаючи з Кувейту, іракські окупанти підірвали вибухівкою понад 500 нафтових свердловин. Значна їх частина спалахнула й горіла протягом шести місяців, отруюючи шкідливими газами й сажею велику територію. З свердловин, що не загорілися, нафта била фонтанами, утворюючи великі озера й стікаючи в Перську затоку. Сюди ж вилілася велика кількість нафти з підірваних терміналів і танкерів. В

результаті нафтою було вкрито близько 1554 км² поверхні моря, 450 км берегової смуги, де загинула більшість птахів, морських черепах, догонів та інших тварин. У вогняних факелах щодобово згорало 7,3 млн. л нафти, що дорівнює обсягу нафти, який щоденно імпортує США. Хмари сажі від пожеж піднімалися на висоту до 3 км і розносилися вітрами далеко за межі Кувейту – чорні дощі випадали в Саудівській Аравії й Ірані, чорний сніг — у Кашмірі (за 2000 км від Кувейту). Забруднене нафтовою сажею повітря шкідливо впливало на здоров'я людей, бо сажа містила багато канцерогенів. Експерти встановили, що ця катастрофа супроводжувалася такими явищами:

- теплове забруднення (86 млн. кВт щодобово);
- сажа від палаючої нафти – 12000 т щодобово;
- вуглекислий газ – 1,9 млн. т щодобово (це становить 2% усього CO₂, що виділяється в атмосферу Землі внаслідок спалювання мінерального палива всіма країнами світу);
- діоксид Сульфуру – 20000 т щодобово, що становить 57% кількості SO₂, яка щодобово надходить з топок усіх ТЕЦ США.