

ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ ТУРИСТИЧНО-РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

УДК 551. 4+ 477. 86

DOI: 10.31471/2415-3184-2019-2(20)-136-159

¹О. М. Адаменко, ¹Д. О. Зорін, ²Т. П. Белз¹Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу²Парк історії Землі та Людини

ПАРК ІСТОРІЇ ЗЕМЛІ ТА ЛЮДИНИ – НОВИЙ ЕКОЛОГО-ТУРИСТИЧНИЙ ЦЕНТР НА ПРИКАРПАТТІ

Розвиток туристично-рекреаційної індустрії вимагає включення у її сферу не тільки нових територій з цікавими для туристів ландшафтами, а й нових змістовних тематик, розширення пізнавального діапазону у різних галузях соціально-економічної діяльності. На Прикарпатті до відомого Парку льодовикового періоду у с. Старуні приєднується новий еколого-туристичний об'єкт – Парк історії Землі та Людини біля с. Підгір'я Богородчанського району Івано-Франківської області. Тут, на ділянці у 6 га, створюється експозиція із скульптур, стендів, макетів, білбордів, натурних та комп'ютерних моделей, яка наглядно, науково обгрунтовано ілюструє розвиток Землі на тлі виникнення 13,7 млрд років тому Всесвіту в результаті Великого вибуху, створення галактик, Сонячної системи з планетами, їх супутниками, астероїдами, метеоритами, кометами, у тому числі і Землі 4,567 млрд років тому. Далі висвітлюються головні етапи розвитку нашої планети, яка пройшла чотири еони – гадейський (4,567-4,0 млрд років тому), архейський (4,0-2,0), протерозойський (2,0-0,56) і фанерозойський (560 млн років тому-сьогодення). В останньому еоні детально розглянута геологічна історія палеозойської (560-252 млн років тому) ери з кембрійським, ордовіцьким, силурійським, девонським, кам'яновугільним і пермським періодами, мезозойської (252-65) ери з тріасовим, юрським та крейдяним періодами, кайнозойської (65-сьогодення) ери з палеогеновим, неогеновим і четвертинним періодами.

Велика увага приділена опису зовнішнього вигляду та способу життя екзотичних мешканців Землі – прокаріот, археоціат, трилобітів, динозаврів, гіпаріонів, мамонтів, носорогів та ін., детально висвітлена історія появи та розвитку давньої людини – від австралопітека, людини вмілої, прямоходячої, пітекантропа, неандертальця до кроманьйонця – сучасної людини.

Ключові слова: планета, астероїди, комети, Земля, еони, ери, періоди, прокаріоти, фауна, флора, динозаври, мамонти, давні люди.

Актуальність створення Парку історії Землі та Людини (скороченно ГеоХомоПарк - GeoHomoPark) на площі 6 га біля с. Підгір'я Богородчанського району Івано-Франківської області обумовлена необхідністю розширення вікового діапазону геологічної історії Землі, якою цікавиться населення від дошкільнят, школярів та студентів – до фахівців найрізноманітніших професій, від природознавців та захисників природи – до туристів та небайдужих людей до свого рідного краю. Після широкої пропаганди Парку Льодовикового періоду, що почалась після 2005 р., коли його проект вперше запропонував професор Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ) О. М. Адаменко [21] і до сьогодні, коли цей проект нарешті розпочав реалізовуватись, завдяки гранту Міністерства культури України, який виграли Старунська сільська рада та Асоціація сільських, селищних рад та об'єднаних громад України. Назва еколого-культурного гранту «ТаПіарАрт-раут «малі міста – великі враження».

Але події Парку Льодовикового періоду охоплюють тільки пізній плейстоцен та голоцен (від 150 тис. років до 10 тис. років тому), коли в районі с. Старуна жили волохаті носороги, мамонти та мисливці на них – кроманьйонці. Відвідувачів же цікавить значно більший інтервал геологічної історії Землі – від народження Всесвіту (13,7 млрд років тому), появи нашої галактики Чумацький

Шлях, Сонячної системи, планети Земля (4,567 млрд років тому), її супутника Місяця і вся історія нашої планети та життя на ній. Це – бактерії прокаріоти, що виникли в океанах 4 млрд років тому, безскелетні найпростіші організми, корали, мушлі, перші рослини і, нарешті, динозаври, а потім мамонти, носороги і давні люди – австралопітеки, *Homo habilis*, *Homo erectus*, пітекантропи, неандертальці та кроманьйонці – сучасні люди.

І щоб задовольнити велику зацікавленість до історії Землі та Людини, знайшлися небайдужі підприємці – відповідні інвестори, які і почали створювати GeoHomoPark у Підгір'ї (рис. 1, 2) за науковою консультацією професора О. М. Адаменка, який придумав назву «Парк історії Землі та Людини», та доцента Д. О. Зоріна.

GeoHomoPark створюється на ділянці, під якою немає, як у Старуні, якихось палеонтологічних об'єктів чи геологічних феноменів, тому в історії досліджень ми розглядаємо не вивченість конкретної території біля с. Підгір'я, а концептуально-методологічний огляд історико-геологічних підходів до реконструкції давніх подій – формування ландшафтів, фауни і флори, а також історії розвитку наших предків – давніх людей.

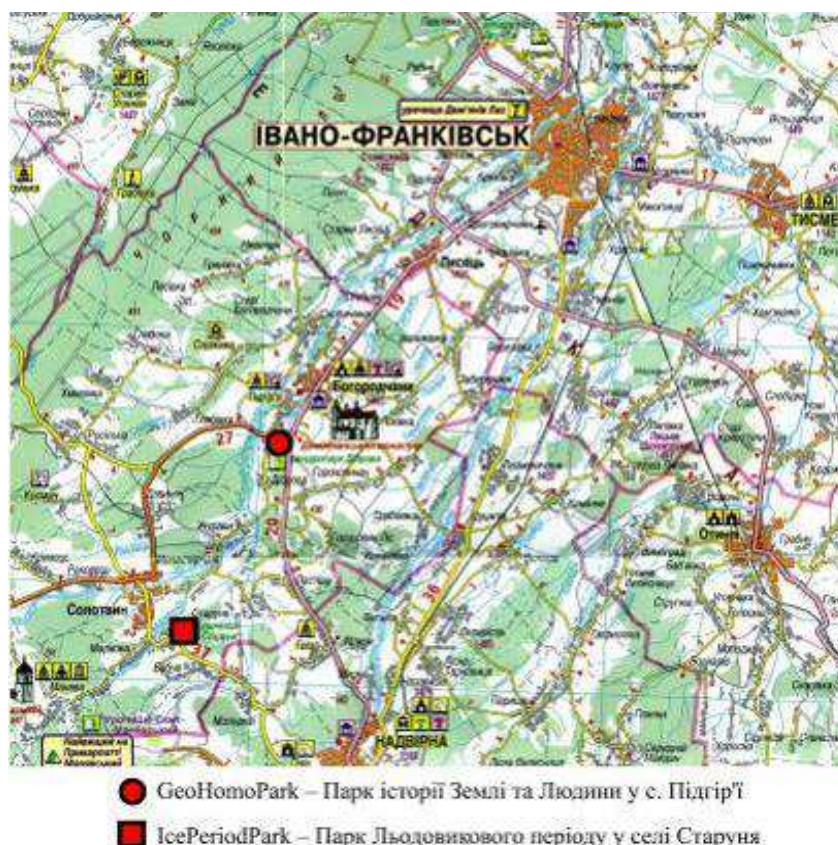


Рис. 1. Оглядова карта розміщення нових еколого – туристичних центрів на Прикарпатті



Рис. 2. Парадний вхід у Парк історії Землі та Людини біля с. Підгір'я

З історико-геологічних досліджень. Більше двох століть тому Фрайберзька академія у Саксонії (нині ФРН) переживала свій зоряний час: з усіх цивілізованих країн туди збирались молоді талановиті люди, щоб послухати лекції професора Абраама Готліба Вернера. Він викладав науку, про яку до нього ніхто не говорив. Предметом її були мінерали, гірські породи, земна кора, її склад і походження, характер залягання і ті зміни, які відбуваються на Землі. Тоді цю науку називали геогнозія, а вже пізніше – геологія. Вернер – батько геології: він дав їй струнку систему і міцну основу, розробив першу класифікацію мінералів і гірських порід.

Але за сто років до А. Г.Вернера норвезький вчений М.П.Ешольт придумав у 1657 р. термін «геологія». Цікаво, що вже тоді, у XVII столітті, Стенон (Стено) сформулював один із самих фундаментальних законів про вікові співвідношення шаруватих гірських порід, на якому і тепер ґрунтується стратиграфія (рис. 3).

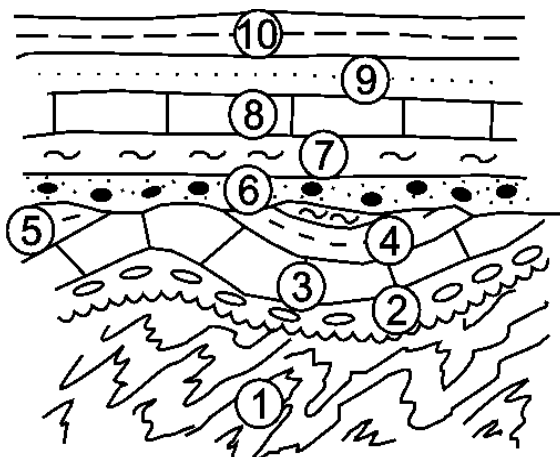


Рис. 3. Послідовність відкладення і деформації шарів осадових порід від древніх (1) до молодих (10) – ілюстрація закону Стено

Наукову основу геології створив у 30^{ті} роки XIX ст. шотландський учений Чарлз Лайєль (1797-1875) – вчитель Чарлза Дарвіна, теж геолога, до речі. Лайєль у своїй праці «Основи геології» (1830-1833) запропонував принцип актуалізму: вивчаючи сучасні процеси, можна реконструювати події минулих геологічних епох. Цей принцип не змінився до наших днів, хоча, безперечно, треба вводити певну корекцію, коли ми переносимо сучасні процеси в геологічне минуле.

У 1862 р. Б. Котта спробував зберегти обидва терміни: «... геогнозія повинна досліджувати...сучасний стан внутрішньої будови земної кори, а геологія – пояснювати нам утворення такого стану» [1].

Ще до Ч. Лайєля Гетто попереджав, що в «економії світу» (в природі) він не знайшов ознак початку і кінця. Тобто походження (початок) того, що ми спостерігаємо, не завжди розкривається однозначно, тому що не вистачає фактів. Отже, опис явищ, які ми спостерігаємо в природі, є досить складним процесом, значно труднішим, ніж їх пояснення. Чи не тому сучасні геологи стараються ухилитись від першого, а займатись теоріями. Адже перше вимагає і більшого досвіду, і інтелекту, і працездатності!

І вже на початку XX ст. М. Неймайр у своїй «Історії Землі» (1902) [13] розставив нарешті усі, як кажуть, крапки над «і»: «Сучасне природознавство вже не має винятково описового характеру – найважливішим предметом його досліджень є питання про походження тіл. Воно з'ясовує не тільки, якими вони є, а й якими були». Ще пізніше І. В. Мушкетов у 1924р. більш широко розкрив цю тему: «Геологія хоча в прямому значенні цього слова і є взагалі наукою про Землю, але найважливіша її задача полягає у вивченні будови Землі і історії тих змін, які вона пережила у різні епохи свого існування» [1]. Те ж саме ми знаходимо в Е. Ога (1932) і у більш пізніх виданнях книг С. Н. Бубнова (1948), Г. П. Горшкова і А. Ф. Якушової (1973), В. І. Серпухова (1975), А. Алісона і Д. Палмера (1984), Ю. О. Косигина (1988), Д. В. Налівкіна (1989), В. Ю. Хаїна (1991), С. С. Шульца (1993), М. О. Флоренсова (1995), Г. Ф. Уфимцева (1998) і багатьох інших. Правда, слід звернути увагу на зауваження А. Алісона і Д. Палмера: «З роками стає очевидним, що безперервно змінюється не тільки Земля, яку ми вивчаємо, а й сама геологія – наука, що постійно змінюється» [16]. А деякі дослідники, як, наприклад, Д. Ферхуген, Ф. Тернер і Л. Вейс (1974), дійшли до того, що вважають «...значну частину геології плодом уяви» [1]. Звичайно, ж це їх особиста точка зору, але вона є в сучасній науці.

Головну особливість геології як науки і виробничої діяльності пояснив Д. Томсон (1970): «Одні науки, такі як фізика, астрономія чи генетика, можуть широко використовувати математику, при чому не тільки для обробки спостережень, а й для теоретичного аналізу. В ботаніці ж, наприклад, математичні методи принесли мало користі та й не могли багато дати. Одні науки, такі, як фізика і фізіологія, часто використовують експеримент, а ось в астрономії і геології експеримент майже неможливий, і досліднику, який не може змінити стан досліджуваних об'єктів, залишається задовольнятися тільки спостереженнями» [2]. Хоча в геології широко використовується математичне моделювання, але на нього накладаються певні обмеження, щоб зберегти принцип подібності, масштаб часу і пропорції об'єктів.

Іноді «красиві» гіпотези або прискорюють, або зупиняють на певний період розвиток науки. Так, добре відомий приклад з історії геології: більше ста років тому О. П. Карпінський емоційно говорив про те, що у нас тепер є контракційна теорія Е.Зюсса, яка пояснює все! За сто наступних років з'явилося ще кілька пояснюючих «все» гіпотез: після Зюсса прийшли ідеї Вегенера про «плаваючі материки», його змінили фіксисты, які вважають, що все стоїть на місті, а за ними – знову мобілісти з сучасною тектонікою літосферних плит. Остання те ж не є незаперечною інстанцією: спочатку було тільки 5-6 плит, а зараз їх вже більше сотні. Не виключено, що апологети цієї гіпотези її ж і похоронять!

Отже, геологія створила безліч гіпотез і теорій, які то народжувались, то змінювались більш обґрунтованими. А чи є в геології закони? Однозначної відповіді теж немає. З одного боку, є – відомий вже нам закон Стено про визначення віку шаруватих гірських порід (див. рис. 3), або закони кристалографії (закон Роме-Делілля про постійність кутів, закон про переважність на поверхні кристалів граней, що мають найщільніші комірки, закони про двійників, закон Є. С. Фьодорова про 230 просторових кристалічних форм та ін). До законів відносяться також надбання біостратиграфії та палеонтології: закон Сміта про зміну комплексів викопної фауни в розрізі в певній послідовності, закон необерненості еволюції фауністичних комплексів, закон пересікаючих контактів про те, що гірська порода, що пересікає іншу, молодша від неї та інші. До геологічних законів тяжіє геоморфологічний або географічний закон (правило) Бера-Бабіне: ріки на рівнинах Північної півкулі підмивають західні береги, що пояснюється їх відхиленням під впливом сил Коріоліса, тому що Земна куля обертається навколо своєї вісі з заходу на схід. Якщо ж ми спостерігаємо відхилення від цього закону, то це можна пояснити неотектонічними рухами, які можуть відхилити ріку в іншому, «незаконному» напрямку.

А з іншого боку, такі галузі геології, як тектоніка або геодинаміка, що претендують на роль вершини геологічного мислення, по суті виявляються «беззаконними» науками про Землю, незважаючи на те, що відомі тектоністи завжди надають своїм гіпотезам ранги теорій і навіть законів.

І все ж таки є в геології головний закон – закон побудови надр – це геологічна карта. Вона уособлює в собі геологічну структуру досліджуваної території, об'єднує дані усіх геологічних наук – стратиграфії, палеонтології, структурної геології, тектоніки, геохімії, гідрогеології, металогенії, вчення про корисні копалини і т.д. Якщо ми об'єктивно і обґрунтовано складемо геологічну карту, то ми знайдемо на ній багато відповідей про будову надр, яка є закономірною. А стосовно гіпотез скажемо так: вони змінюються, як і Земля, що вічно розвивається. Головне – не потрібно перекидати відповідальність за наші постійні змінні погляди на ... Землю.

Виклад основного матеріалу. Більшість сучасних космологів вважають, що Всесвіт почав своє існування 13,7 мільярдів років тому, в результаті вибуху надзвичайно малого, гарячого і дуже щільного тіла. Фактично, це був гігантський прискорювач елементарних частинок. На це наштовхнуло відкриття у 1929 р. Едвіном Хабблом процесу розширення Всесвіту: більшість галактик віддаляється від Чумацького Шляху, їх відстань від нього є пропорційною. Якщо галактика розташована в два рази далі від Чумацького Шляху, то і швидкість її у два рази більша і т.д. Кожній галактиці необхідний однаковий час, щоб добратись від точки відліку до точки, де вона зараз знаходиться. Якщо прокрутити час назад, то приблизно 13,7 мільярдів років усі галактики знаходились в одному місці в один і той самий час. З появи теорії Великого вибуху у Всесвіті з'явилося минуле, сучасне і майбутнє. Таким чином ідея Фоми Аквінського в XIII столітті про створення Всесвіту несподівано, через сім століть, знайшла наукову підтримку. В результаті протягом 13,7 мільярдів років відстань між будь-якими двома галактиками збільшилась у багато разів. Галактики не втікають від Чумацького шляху, а розбігаються одна від одної [8, 12, 14, 17].

Матерія Всесвіту була народжена із енергії порожнини. Зразу після Великого вибуху, тобто через 10^{-43} секунди, розігрітий до 10^{32} градуса Всесвіт був заключний у сферу діаметром 0,001 см. Що було до цього – ніхто не знає. На початку вибуху не було ні атомів, ні зірок, ні галактик. Але у маленькій кулі кипіла гігантська енергія.

Космічний годинник відлікував 10^{-32} секунди. Завдяки розширенню Всесвіт стає менш щільним і менш гарячим. З'являються перші елементарні частинки: кварки, електрони і нейтрино, які змішуються з фотонами світла (квантами). Одночасно з матерією з'являється і антиматерія, які постійно взаємодіють. Якби частинок і античастинок було б порівну, то відбулась би аннігіляція і Всесвіт загинув. Але, на щастя, в природі переважає матерія, а не антиматерія: на кожний мільярд античастинок, які вийдуть із порожнини (пустоти), приходить один мільярд плюс одна частинка.

У міру охолодження Всесвіту і зменшення його щільності виникають усе більш складні і складні структури. Коли космічний годинник пробив 10^{-6} секунди, Всесвіт був уже такий великий, як Сонячна система і мав температуру 10 000 мільярдів градусів. Спочатку кварки об'єднуються по троє, щоб дати початок протонам і нейтронам. А через 3 хвилини ці двоє об'єднуються, щоб дати початок ядрам водню (один протон) і гелію (два протони і два нейтрони) [15].

Перші 300 000 років не відбувається ніяких значних подій. Всесвіт охолодився до 10 000 градусів. Електромагнітна сила будує атомну матерію. Кожний протон об'єднується з електроном і виникає атом водню, а ядро гелію об'єднується з двома електронами, щоб утворити один атом гелію. Фотони, що народились в цей час, утворили реліктове випромінювання. Гравітація ущільнює матерію і з'являються оазиси тепла – галактики, але в них ще досить низький рівень щільності: тільки один атом водню на кубічний сантиметр, що в мільйон мільярдів разів менше, чим у нашому земному повітрі. Кількість матерії поступово збільшується і всередині галактик з'являються зірки. Вони народжуються, живуть і вмирають. З них бере початок і наша історія. Ми є ніщо інше, як зоряний пил.

Перші зірки з'явилися на другому мільярдів років Всесвіту. В галактичному ембріоні газові кулі ущільнюються, з'являється велика кількість енергії і в галактиках спалахують сотні мільярдів зірок.

Сонце народилось 4,6 мільярда років тому в результаті колапса однієї з туманностей Чумацького Шляху. Газова поверхня Сонця розігріта до 6000°C і складається з гігантських газових сот-гранул діаметром в тисячі кілометрів. Ці гранули зникають і знову з'являються через кожні кілька хвилин. На сонячному диску є багато темних плям, відкритих ще Галілеєм. Вони виглядають темними, бо в них температура на 2000°C нижче. Іноді такі плями спалахують і викидають протуберанці, що викликають у магнітосфері полярні сяйва. Протуберанці – це потоки протонів і електронів, що поєднуються у сонячний вітер – жорстке випромінювання, яке розносять ядра гелію в усі боки від Сонця [8].

Земля захищена від сонячного вітру двома магнітними щитами (90 000 і 14 000 км), де формуються зовнішні і внутрішні радіаційні пояси. Якби не було магнітного захисту, життя на Землі ніколи б не з'явилося. Незважаючи на ці мембрани, нижче від внутрішнього поясу радіація ще на рівні 1000 рентген. Тому космічні апарати літають на висотах 200-300 км, інакше потрібна була б дуже товста оболонка супутників і станцій.

Число сонячних плям змінюється з періодичністю 11 років, що пов'язують з інверсією магнітних полюсів всередині Сонця (північний стає південним і навпаки). Сонячний вітер спричиняє утворення хвостів у комет, які являють собою великі снігові глиби, з включенням каменів. Коли комета наближається до Сонця, її хвіст різко збільшується, бо крижана субстанція випаровується. Щоб вивчити склад комет, американські вчені влітку 2005 року бомбардували одну із комет 300-кілограмовою болванкою з міді. На поверхні комети утворився кратер, були зроблені численні фотографії аж до самого зіткнення, спектральний аналіз вибуху дозволив з'ясувати хімічний склад комети [8].

Коли в ядрі зірки закінчується запас водню, воно перетворюється на ядро з гелію. Зірка стискається, а щільність і температура збільшується. Шар водню навколо гелієвого ядра досягає 10 мільйонів градусів – і починається спалювання водню. Зірку роздуває в 100 разів, і зірка стає червоним гігантом. Але скоро запас водню вичерпується і ядро гелію стискається, а температура в центрі його сягає 100 мільйонів градусів. Починається спалювання гелію. Ядра його об'єднуються по троє, утворюючи ядро вуглецю. Надлишок маси переходить у випромінювання. І так продовжується сотні мільйонів і мільярдів років. Після вуглецю настає черга азоту, потім кисню,

неону, магнію і т. д. Зірки стають космічними печами з виробництва хімічних елементів, необхідних для життя [8].

Земля утворилась 4,567 млрд років тому в результаті акреції (злипання) твердих уламків, бомбардувалась астероїдами і метеоритами, створюючи тисячі кратерів. Із надр виривалась лава, а в середині кипіла магма від тепла радіоактивного розпаду. Поступово охолоджуючись, поверхня Землі поступово покривалась ембріонами материків. Магма всередині Землі створює конвекційні потоки, які починають переміщувати материки – блоки літосфери по астеносфері – розрідженому шару всередині верхньої мантії. Поступово формується земна кора, мантія і ядро Землі. Через активну вулканічну діяльність на поверхню Землі вибиваються гази: водень, метан, аміак, водяна пара, вуглекислий газ. Ця палеоатмосфера в сто раз щільніша, ніж сучасна і близька до венеріанської.

Вода стала основою, в якій виникло життя [17]. Можливо, що воно зародилось у примітивній атмосфері. Ще у 1953 р. американські хіміки Стенлі Міллер і Гарольд Юрей [8] в лабораторних умовах створили штучну палеоатмосферу із аміаку, метану, водяної пари і водню, та діяли на неї іскровими розрядами – «блискавками», які спалахували в грозовому небі 4,6 мільярдів років тому. Через тиждень з'явилися базові молекули життя – амінокислоти. Але далі, до ДНК, справа поки що не пішла. Стало зрозумілим, як усе відбувалось. За сотні мільйонів років амінокислоти подолали багато ступенів. Спочатку їх було біля двадцяти, із тридцяти атомів. Потім вони почали об'єднуватись у ланцюги – протеїни, а останні нарешті створили ДНК – нескінченну подвійну ниточку життя, яка складається з мільйонів атомів. Життя зароджується на Землі – єдиній в Сонячній системі, а може, і в нашій Галактиці. Земля унікальна в тому, що на ній з'явилося життя, а ще унікальна тому, що вершина еволюції – людина почала наносити шкоду екології Землі [8].

Гадейський¹ еон історії Землі (4,567–4,0 млрд років від утворення Землі). Головною подією першого періоду (0-50 млн р.) гадейського еону було народження Місяця від *Потужного удару* планети Теї, що блукала по Сонячній системі у пошуках своєї орбіти, по Земній кулі.

Велика кількість уламків потім об'єдналися у Місяць $d=3219$ км за 24 000 км від Землі (зараз 384 633 км). Він віддалявся від Землі зі швидкістю 3,82 см/рік. Доба на Землі дорівнювала 5 годин. Земля та Місяць були розплавлені. При охолодженні вони затверділи, але відбувалась активна вулканічна діяльність та бомбардування астероїдами і метеоритами. Нині Місяць весь у кратерах, а на Землі збереглися кілька десятків астроблем (зоряних ран), в тому числі і в Україні (Кіровоградська, Дніпропетровська, Черкаська області).

Наступним періодом гадейського еону в історії Землі було формування базальтової кори після охолодження розплавлених Землі та Місяця від удару Теї. Цей період продовжувався від 50 до 100 млн років. Умови були пекельними: сірчані випари вулканів, ріки вогняної лави та беззупинне бомбардування астероїдами і кометами.

Вони відривали від Землі великі шматки породи, і такі метеорити падали на Місяць і можуть бути свідками гадейської історії Землі. Тому експедиції на Місяць необхідно продовжувати.

Отже, через 1000 млн р. після утворення Землі її базальтова поверхня була чорною, розпеченою, «порізаною» розломами та вулканами, тому цей період Роберт М. Гейзен [8] називає *Чорною землею*. Далі цей американський геофізик виділяє період *Блакитної Землі* (від 100 до 200 млн років від початку гадейського еону), тому що на її поверхні переважали океани.

Наступний період гадейського еону історії Землі (від 200 до 500 млн років) називають *Сірою Землею*. Це виплавлення первинної гранітної кори, що «плавала» на базальтовому шарі у вигляді багатокілометрових лінз товщиною у 20-30 км. Із перидотитової мантії до ядра опускалось залізо і трохи нікелю. Ранню стадію утворення гранітів датує циркон із району Джек Гілз (Австралія) у 4 млрд років. Із гранітних островів сформувались перші континенти.

Останній період гадейського еону (4,067-4,0 млрд років) характеризувався активізацією хімічних процесів на мілководдях океанів. Це – період наближення Землі до створення життя – живої матерії, тому його називають *Живою Землею* [8]. Він тільки розпочався у гадейському еоні (десь, приблизно 4,067 млрд років тому), а продовжувався у наступному еоні її історії – архейському.

Архейський еон історії Землі (4,0-2,0 млрд років тому) став продовженням зародження *Живої Землі*. Велику роль стала грати вода, що стала основою, в якій виникло життя.

¹ Назва походить від давньогрецького Бога підземного світу Гадеса (він же Аїд, а у римлян Плутон)

Архейський еон вважали своєрідною геологічною terra incognita, що невідомо коли виникла і не залишила після себе жодних викопних слідів. Тільки в 1956 р. Клер Патерсон [16] визначив вік Землі і метеоритів – 4 550 млн років. Відтоді було виявлено скам'янілості, вирахувано вік порід, розгадано таємницю виникнення Сонячної системи.

Найдавніші кристалічні породи знайдені у Західній Австралії і мають вік 4 400-3 900 млн років, що визначено по циркону.

Найдавніші сліди життя на Землі збереглися у вуглецевмістних рештках метаморфічних порід у Гренландії, що утворилися 3800 млн років тому. Вони виникли понад 4000 млн років тому з живих організмів – ймовірно, водних прокаріотів (бактерій), що поглинали променеву енергію Сонця (рис. 4).

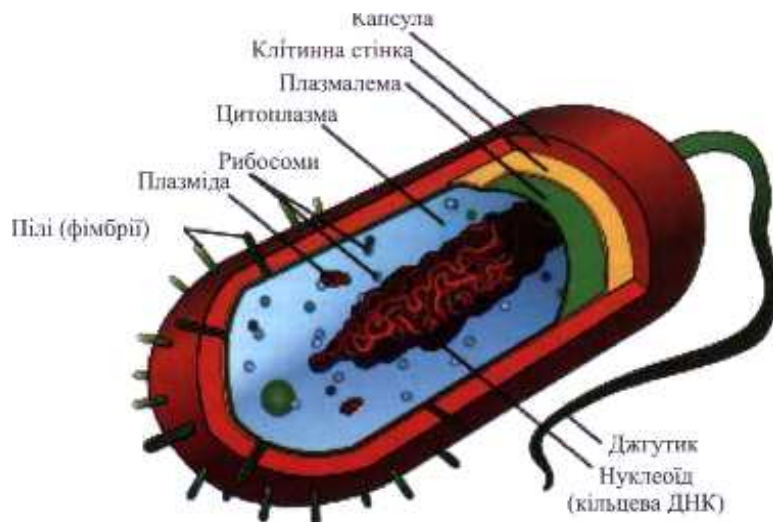


Рис. 4. Будова клітини прокаріота [15]

У клітинах цих одноклітинних організмів немає структур (як-от ядро), котрі мають більш розвинені організми. Невідомо, як ці перші життєві форми пережили руйнівні метеоритні бомбардування: не виключено, що життя зароджувалося двічі або ж його було занесено на Землю з космічними тілами.

Близько 3 460 млн років тому фотосинтезуючі мікроорганізми зросталися на теплих мілководдях у горбки, так звані строматоліти, тим часом як інші мікроорганізми, що поглинали хімічні речовини, виникли з підводних гарячих джерел.

Хімічні викопні свідчать, що перші еукаріоти (організми, клітини яких уже мали ядро) утворилися близько 2 700 млн років тому, хоча вік перших викопних слідів їх існування – 2 200 млн років.

Близько 2 700 млн років тому примітивні фотосинтезуючі організми почали виробляти кисень, який спершу окислював залізо в океанах, потрапляючи в атмосферу лише частково. 2 200 млн років тому рівні кисню не перевищували 1% від нинішніх (сьогодні кисень становить 21% від об'єму атмосфери), а 1 900 млн років тому рівні кисню вже досягли 15% від нинішніх. Мікроорганізми з низьким вмістом кисню пристосовувались до нових умов, зариваючись в осадові породи. Коли рівень кисню досяг 2%, почалося утворення озонового шару, який затримував зовнішнє ультрафіолетове випромінювання, особливо шкідливе для ДНК. Близько 1 900 млн років тому озоновий шар повністю сформувався. У насиченій киснем атмосфері, захищеній озоновим щитом, склались сприятливі умови для бурхливого розвитку нових життєвих форм, і Землю заселили фотосинтезуючі організми.

Отже, можна припустити, що вже в середині архею життя на Землі було представлене різноманітними типами прокаріотів, які почали впливати на її геологічну історію. Розпочата близько 4 млрд років тому діяльність фотосинтезуючих та інших автотрофних прокаріотів мала кілька найважливіших наслідків [14] в історії розвитку нашої планети.

По-перше, це зміна атмосфери Землі. У давнину вона була практично безкисневою. Внаслідок фотосинтезу молекулярний кисень почав виділятися в атмосферу, але швидко зв'язувався з неокисленими компонентами літосфери – залізом та іншими металами. Тому, незважаючи на наявність постійного джерела вільного кисню, біосфера залишалася переважно анаеробною. Живі організми в цей період теж були представлені в основному анаеробами.

Відкладались смугасті залізні руди (так звані джеспіліти), в яких окислене залізо чергувалося з недоокисленим [15]

Для анаеробних організмів підвищення концентрації кисню було катастрофою, оскільки кисень - дуже агресивний елемент, він швидко окислює і руйнує органічні сполуки.

Докази *Великої кисневої катастрофи* геологи знаходять у гірських породах кінця архею. Це округлі гальки піриту та ураніту у давніх руслах – місцях, де у насиченому киснем середовищі такі мінерали зараз швидко окислюються. Про кисневу катастрофу свідчать також найдавніші гірські породи віком 3,5 млрд р. і древніші, які досліджували великі ентузіасти геології та палеоботаніки Нора Нюфке (університет Олд Домініон у місті Норфолк, штат Вірджинія, США), Білл Шопф, Ельзо Барггорн (Гарвардський університет), Стенлі Тайлер, Роджер Самонс, Роберт М. Гейзен (геофізична лабораторія інституту Карнегі, штат Мериленд, США). Вони вивчали найдавніші породи Західної Австралії, Південної Африки, Близького Сходу, Гренландії. Це – чорні сланці Апекс, сланці Ганфрід із штатів Мінесота та Онтаріо, строматоліти, які і зараз живуть у мальовничій віддаленій затоці Шарк (Західна Австралія) та зберігаються як об'єкт світової спадщини ЮНЕСКО [8].

Отже, у кінці архею у процесі вивітрювання земної поверхні під впливом окиснення, залізомісткі граніт і базальт руйнувалися та перетворювалися на цегляно-червоний ґрунт (*Червона Земля*). Два млрд років тому континенти Землі виглядали з Космосу наче червона планета Марс. Контрасту додавали блакитні океани. Лише початок протерозою ознаменувався різким ростом вмісту кисню в атмосфері.

Протерозойський еон історії Землі (2,0–0,56 млрд років тому). Життя на Землі продовжувало урізноманітнюватися в протерозої, про що свідчать еукаріоти (рис. 5) – організми, клітини яких уже мали ядро. Вони широко розповсюдились на рубежі архейського та протерозойського еонів, хоча з'явилися близько 2,7 млрд років тому, тобто ще у археї. Це були планктонні асоціації відкритих вод. Для свого розвитку еукаріоти потребували кисню і дедалі більше конкурували з прокаріотами, деякий час співіснуючи з ними. Примітивні фотосинтезуючі організми почали виробляти кисень, який спершу окислював залізо. 1,9 млрд років тому рівень O_2 вже досягав 15%. Анаеробні мікроорганізми пристосовувались до нових умов. Ще коли рівень кисню досяг 1%, почав утворюватись озоновий шар, який затримував зовнішнє ультрафіолетове випромінювання Сонця, особливо шкідливе для ДНК.

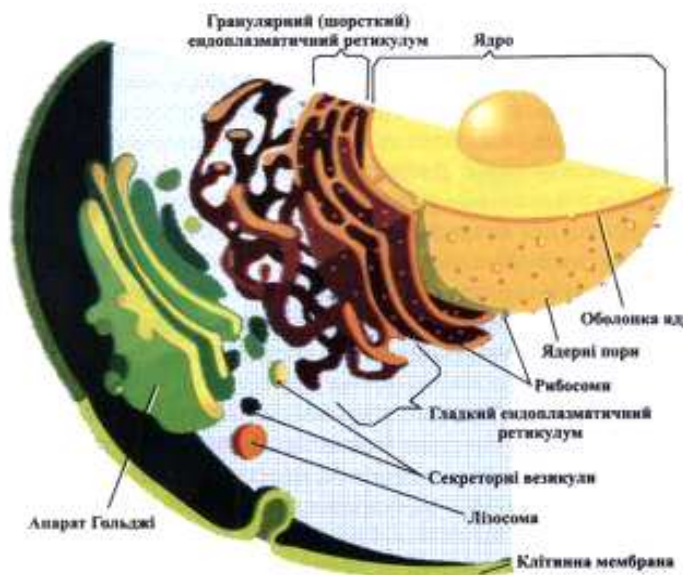


Рис. 5. Будова типової клітини еукаріота [15]

Близько 1,9 млрд років тому озоновий шар сформувався повністю. У насиченій киснем атмосфері, захищеній озоновим щитом, склались сприятливі умови для бурхливого розвитку нових життєвих форм, Землю заселили фотосинтезуючі організми [15, 16].

У другій половині протерозою в морях з'явилися різні групи одноклітинних водоростей і найпростіших. Найперші тварини зароджувались у холодних водах, тому що теплі мілководні басейни, зокрема великі моря, що вкривали континенти в рифеї (кінець протерозою), контролювались архайчною прокаріотною біотою.

Серед тварин переважали кишковопорожнинні і черви, були форми, що нагадували членистоногих. Тварини досягали великих розмірів, деякі - до 1 м, але мали желеподібні чи драглеподібні тіла, що залишили відбитки на м'яких ґрунтах.

Нещодавно група палеонтологів з Університету Каліфорнії на чолі з професором геології Марі Дросер у Південній Австралії виявила рештки найдавнішої тварини, в якій був скелет [15] *Coronacollina acula* і мешкав на Землі близько 560-550 млн років тому (так званого едіакарію). Скелет як біологічна особливість багатьох тварин з'явився не раптово, а став результатом ланцюга подій і розглядається як одне з еволюційних досягнень усіх мешканців того періоду [12].

Протерозойський еон поділяється на палеопротерозой (2,0-1,6 млрд років тому), мезопротерозой (1,6-1,0) та неопротерозой (1,0-0,56 млрд років тому).

У палеопротерозойську еру продовжувалась Велика киснева революція, а *Земля була Червоною*. У мезопротерозойську еру [12, 15], коли активні тектоно-магматичні процеси складко-та гороутворення сприяли кристалізації більшості відомих нині мінералів та нагромадженню у надрах земної кори потужних рудних родовищ свинцю, цинку та срібла у Замбії, Ботсвані, Неваді, Британській Колумбії, Чехії та Підвентній Австралії. Тоді ж з'явилися багаті родовища берилію, бору та урану.

Є свідчення, що у мезопротерозої континенти об'єдналися у єдиний суперконтинент, який через деякий час під впливом активізації руху літосферних плит знову розпався на окремі континенти з ядрами-кратонами.

У неопротерозойську еру на Землі панували льодовики. Цьому сприяло довготривале глобальне похолодання, високі гірські системи та космічні чинники, пов'язані з особливостями орбітальних рухів Землі. Це була ера *Білої або Сніжної Землі* (від 1,0 млрд до 542 млн років тому) [8].

Льодовики залишали після себе характерні гірські породи – тиліти: хаотично змішані пісок, гравій, уламки дрібного каміння та тонкий порошок породи. Характерні також відшліфовані виходи корінних порід, розкидані валуни та пагорбки морен. Такі сліди давніх льодовиків знаходять у Африці, Австралії, Північній Америці. Між 740 та 580 млн років тому проявилось не менше трьох епох зледеніння, коли крига покривала усю Землю від екватора до полюсів. Таке довели своїми кропіткими дослідженнями Пол Гофман (Мерилендський університет) та його колеги з Гарварду. Особливо чіткі сліди зледеніння знайдені на Березі Скелетів у Намібії (12° від екватора) у вигляді потужних тилітів, залягаючих на рівні океану. Тобто, це не гірські льодовики, а покривні рівнинні. Крижана оболонка сягала 1,6 км. Життя було «стерте» з лиця Землі – розпочалась одна із потужних екологічних катастроф.

Але ніяке зледеніння не зможе зупинити тектоніку літосферних плит. Тому їх рух досить швидко, за кілька мільйонів років спричинив новий тектоно-магматичний цикл. Сотні вулканів «проривались» крізь крижаний покрив на поверхню планети, викидаючи мільярди тонн вуглекислого газу. Знову відновився парниковий ефект та Сніжна Земля звільнилась від криги і повернулась до стану Живої Землі. Моделювання цих процесів показало, що вміст CO₂ в атмосфері наприкінці неопротерозою перевищував сучасний у сотні разів.

Отже, різкі коливання клімату в кінці протерозою (цикли «Земля Сніжна, Земля-парник») приводили до кількох епох зростання вмісту кисню – «Друга Велика киснева катастрофа» [8, 12], обумовлена різким зростанням вмісту вуглекислого газу.

Кінець протерозою з різкими глобальними потепліннями нагадує сучасність, коли наша Земля, завдяки і діяльності людства, може вступити у дуже небезпечний період. Потрібно враховувати уроки геологічної історії Землі.

Палеозойська ера (560–252 млн років тому) фанерозойського еону історії Землі (560 млн років – сьогодні). Фанерозойський еон поділяється на палеозойську еру (кембрійський, ордовіцький, силурійський, девонський, кам'яновугільний, пермський періоди), мезозойську еру (тріасовий, юрський, крейдовий періоди) та кайнозойську еру (палеогеновий, неогеновий, четвертинний періоди).

Палеозойська ера та її органічний світ дуже добре висвітлені у працях М. Неймайра [13], Л. Ш. Давиташвили [9], у монографіях С. А. Мороза [12], Г. І. Рудька та О. М. Адаменка [15] та навчальному посібнику Г. О. Жученко та О. Р. Стельмаха [10], тому не має сенсу повторювати те, що давно вже опубліковано. Наведемо лише ілюстрації деяких представників тваринного та рослинного світу палеозою (рис. 6-17).

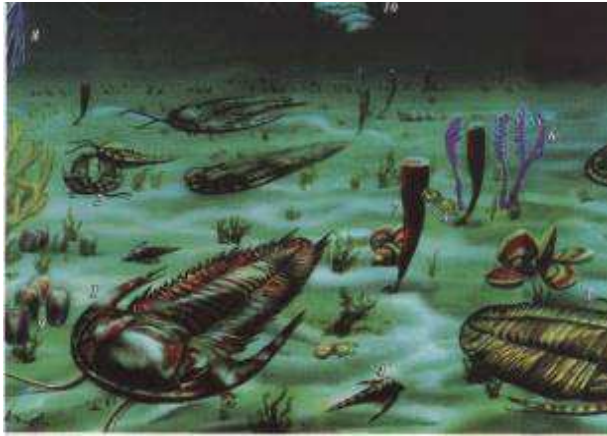


Рис. 6. Реконструкція морського дна на мілководді пізнього кембрію [24]: трилобіти парадоксид, баїлієлла, соленоплевра, гіоліт і агностус; морські пера, археоціати і плавучі граптоліти (дік-тіонеми) проціджують воду в пошуках їжі; древні брахіоподи (лінгулелла), біллінгселла пропускають воду через свої мушлі, використовуючи їх як фільтр



Рис. 7. Нижньокембрійські археоціати [28]

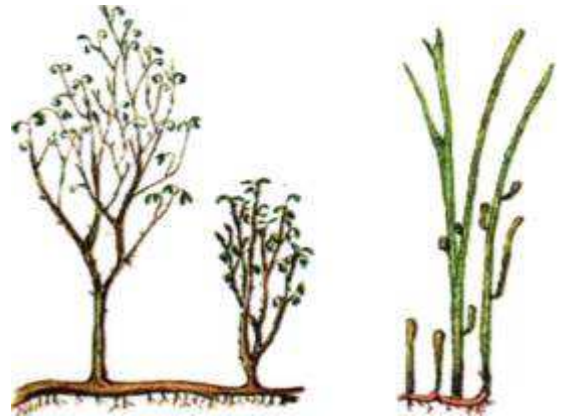


Рис. 9. Перші наземні рослини ордовіка – риніофіти [15]



Рис. 8. Трилобіт *Paradoxides* (середній кембрій, Марокко) [23]



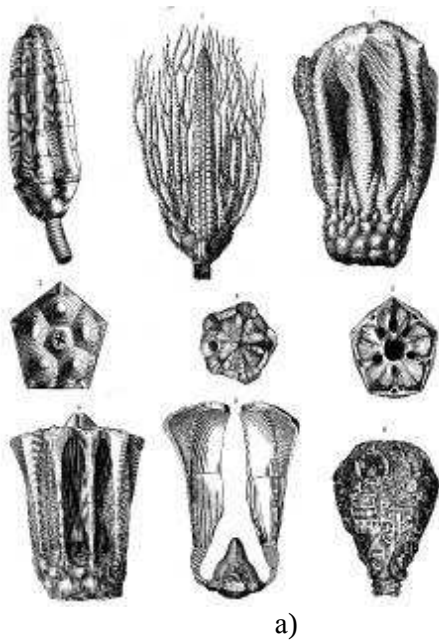
Рис. 10. Відбиток ордовікського ракоскорпіона *Eurypterus remipes* (Барселона, Іспанія) [26]



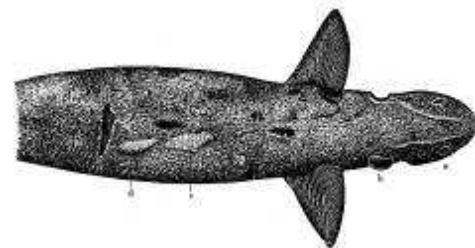
Рис. 11. Силурійське море [12]



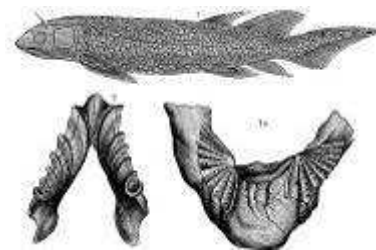
Рис.12. Ранньодевонський ландшафт [12]



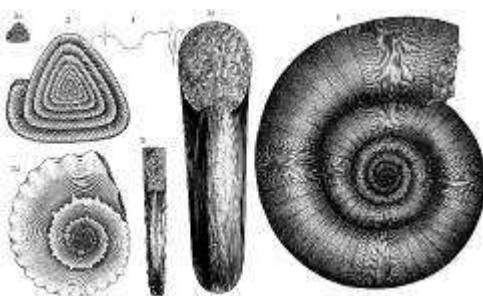
а)



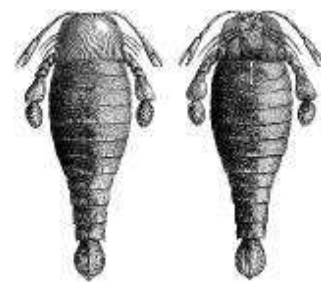
в)



г)



б)



д)

Рис. 13. Девонські морські лілії, амоніти, ракоподібні та перші риби [13]:
а) девонські морські лілії з Ейфеля, Франція; б) клименії із девону Сілезії; в) ганоїдні риби – предки осетрових; г) диптерус – предок акули із червоного пісковика Шотландії, девон;
д) птеріготуси із червоного пісковика Шотландії, девон



Рис. 14. Кам'яновугільний ліс [12]

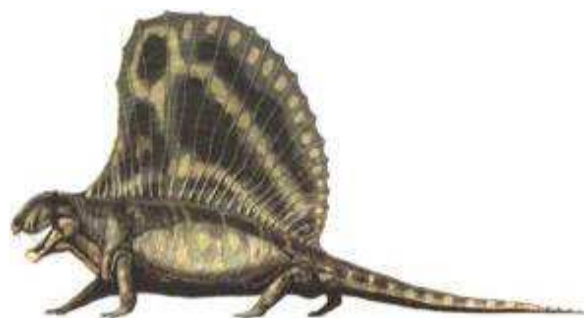


Рис. 15. Пермська рептилія диметродон [22]

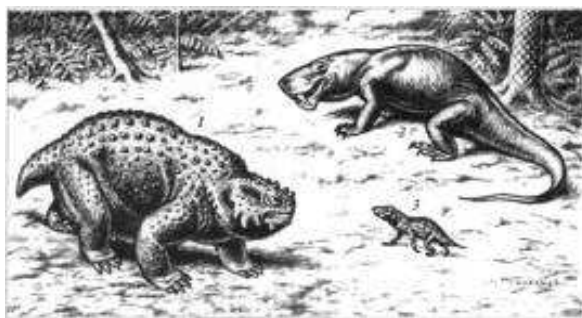


Рис. 16. Плазуни пермського періоду [5]:
скутозавр; іностранцевія; пермоцинодон



Рис. 17. Пермський мезозавр – найдавніший
водний плазун. Південна Африка та Бразилія
[13]

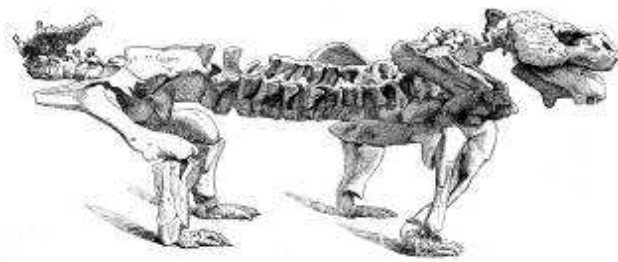
Мезозойська ера (252–65 млн років тому) фанерозойського еону історії Землі. Мезозой слід розглядати як подальший етап інтенсивного розвитку біосферних комплексів. До його складу входять три періоди: тріас, юра та крейда.

Їх характеристика детально наведена у тих же літературних джерелах, що і палеозойська історія [9, 10, 12, 13], тому не будемо її переписувати, а лише проілюструємо рисунками 18-25.

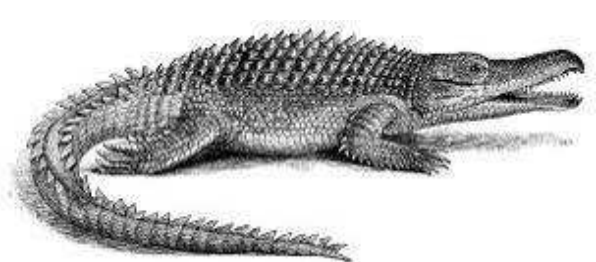
Глобальна екологічна катастрофа – масове вимирання динозаврів та інших видів у кінці крейдяного періоду. Наприкінці крейдяного періоду сталося загадкове масове вимирання видів - зникло близько 40% усіх існуючих у той час родин тварин. У морях і океанах одночасно зникли белемніти, амоніти, пліозаври, плезіозаври, іхтіозаври, мозазаври. На суходолі раптово вимерли всі динозаври, а в небі після закінчення крейдяного періоду не залишилося жодного птерозавра. Вчені вже не одне десятиліття ламають голови над розгадкою таємниці цього масового вимирання. Особливо їх цікавлять причини такого раптового зникнення динозаврів.

Щодо цього існує безліч теорій. Одні вчені вважають, що головною причиною була зміна клімату Землі, спричинена загальним зниженням температури. Інші дотримуються теорії, згідно з якою Земля зіткнулася з гігантським астероїдом, унаслідок чого в повітря піднялася величезна хмара пилу, яка поглинала сонячне світло, необхідне для всіх живих істот. Треті вважають, що ссавці, розмножуючись, поїдали у великій кількості яйця динозаврів. Можливо, найбільші динозаври страждали від зміщення міжхребцевих дисків, спричиненого їх величезною масою. У деяких теоріях всю провину покладають на раптовий грандіозний вибух вулканічної активності або на нескінченні кислотні дощі, які випадали на Землю після її зіткнення з астероїдом. Слід зазначити, що практично всі гіпотези не позбавлені логіки і пошуки науково обґрунтованих доказів тієї чи іншої з них – сьогодні доволі актуальне питання.

Основною гіпотезою вимирання динозаврів є зіткнення Землі з гігантським астероїдом, внаслідок чого різко змінилися температурні умови планети, умови потрапляння сонячного світла тощо.



а)



б)

Рис. 18. Тріасові крокодили та перші динозаври [13]: а) початок царювання динозаврів: Парелязаурус із тріасу Капської землі; б) перші тріасові крокодили Belodon із Штутгарта



Рис. 19. Летючий ящер рамфоринг із пізньоюрських відкладів Баварії [25]

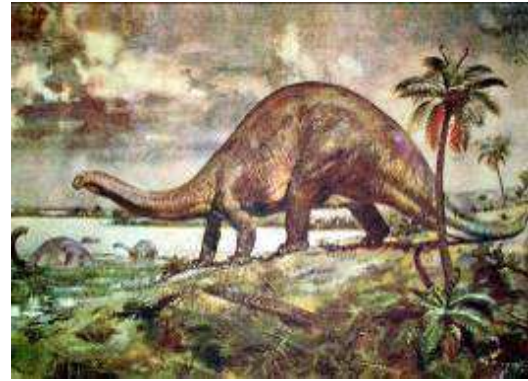


Рис. 20. Пізньоюрський бронтозавр. Американський музей історії природи у Нью-Йорку [26]



Рис. 21. Пізньоюрський ящер диплодок. Штат Вайомінг, США [27]



Рис. 22. Пізньокрейдові птеранодони та тилозаври. Штат Канзас, США [29]



Рис. 23. Рогатий ящер моноклон. Пізня крейда. Із району Ред Дір Рівер, штат Альберта, Канада [29]



Рис. 24. Пізньокрейдовий ящер коритозавр. Північна Америка [27]

Історія динозаврів мезозойської ери

Динозаври царювали на Землі більше 160 мільйонів років, починаючи з тріасового періоду і до кінця крейдового. Сьогодні вчені можуть відтворити зовнішній вигляд цих тварин, їх спосіб життя і звички, але на безліч питань поки так і не дали відповіді. Як з'явилися динозаври? Чому вони зникли? Хоча ці ящери пропали з лиця нашої планети майже 65 мільйонів років тому, історія динозаврів, їх виникнення, життя і раптова загибель представляє безперечний інтерес для дослідників.



Рис. 25. Пізньокрейдові траходон та тиранозавр. Штат Монтана, США. Американський музей історії природи у Нью-Йорк [29]

Динозаврами прийнято називати єдину групу плазунів. Ця назва відноситься лише до тих з них, які жили в мезозойську еру. Якщо перекладати з грецької мови, термін «динозавр» означає "жахливий" або "страшний ящір". Цю назву ввів британський дослідник Річард Оуен в 1842 році. Так він запропонував називати перші виявлені скам'янілі останки стародавніх ящерів, щоб підкреслити їх небувалий розмір і велич.

Історія динозаврів починається з тріасового періоду. Однак найбільше поширення вони отримали в крейдовому.

Ще задовго до виникнення динозаврів на планеті жили рептилії. Вони були схожі на звичних сучасній людині ящірок тим, що лапи у них перебували з боків тіла. Але коли почалося глобальне потепління (300 млн років тому), серед них стався еволюційний вибух. Всі групи рептилій почали активно розвиватися. Так з'явився архозавр – він відрізнявся від своїх попередників тим, що його лапи розташовувалися вже під корпусом. Імовірно, саме до нього і відноситься виникнення динозаврів. Порівняємо динозаврів трьох періодів мезозойської ери.

Динозаври тріасового періоду. Вже на самому початку тріасового періоду з'явилося багато нових видів ящерів. Вважається, що вони вже рухалися на двох ногах, тому що їх передні лапи були коротшими і набагато менш розвиненими, ніж задні. Цим вони відрізнялися від своїх попередників. Історія виникнення динозаврів каже, що одним з перших видів був ставрікозавр. Він проживав приблизно 230 млн років тому там, де зараз розташовується Бразилія.

На ранніх еволюційних етапах існувала велика кількість інших рептилій: етозаври, циноданти, орнітозухіди та інші. Тому динозаврам довелося витримати тривале суперництво, перш ніж зайняти свою нішу і домогтися розквіту. Прийнято вважати, що вони придбали панівне становище над усіма іншими мешканцями планети під кінець тріасового періоду. Це пов'язується з масштабним вимиранням тварин, які населяли тоді Землю.

Динозаври юрського періоду. До початку юрського періоду динозаври стали повновладними господарями планети. Вони розселилися по всій поверхні Землі: в горах і рівнинах, болотах і озерах. Історія динозаврів цього періоду відзначена появою і поширенням нових численних видів. Як приклад, можна привести аллозавра, диплодока, стегозавра.

Причому ці ящери найрадикальнішим чином відрізнялися один від одного. Так, вони могли бути абсолютно різного розміру, мати різний спосіб життя. Одні з динозаврів були хижаками, інші – абсолютно нешкідливими травоядними. Цікаво, що саме на юрський період припав розквіт крилатих ящерів – птерозаврів. Величні рептилії царювали не тільки на суші і в небі, але і в морських глибинах.

Динозаври крейдяного періоду. Під час крейдяного періоду кількість і різноманітність динозаврів досягло максимального рівня. З іншого боку, деякі вчені не поділяють точку зору про раптове і значне зростання кількості рептилій. На їхню думку, представники тріасового і юрського періодів є значно менш вивченими, ніж мешканці крейдяного.

У цей час було дуже багато трав'янистих рептилій, що пов'язано з появою на планеті великої кількості нових видів рослин. Однак і хижаків було більш ніж достатньо. Саме до крейдяного періоду належить виникнення такого відомого виду, як тиранозавр. До слова, він виявився, мабуть, одним із найславетніших динозаврів. Найбільш масивний з усіх м'ясоїдних рептилій, він важив до восьми тонн, а висота його могла досягати 12 метрів. Також до крейдового періоду відноситься поява таких відомих видів, як ігуанодон і трицератопс.

Історія динозаврів почала цікавити людей порівняно нещодавно. Їх вивчення почалося лише на початку 19 століття. Багато в чому це пов'язано з тим, що люди не сприймали кістки, що знаходяться в Землі, як сліди динозаврів. Цікаво, що в античності вважали, що це останки героїв часів Троянської війни.

У Середньовіччі і до 19 століття - велетнів, які загинули під час Всесвітнього потопу. Тільки в 1824 році їх вперше ідентифікували як останки гігантських ящерів. У 1842 р. британський вчений Річард Оуен, звернувши увагу на основні відмінні ознаки цих рептилій, вивів їх в окремий підряд і дав їм назву «динозаври». З тих пір відбувалося постійне накопичення знань про них, відкривалися нові види. Історія життя динозаврів набувала все більш повний вигляд. Зараз вивчення цих рептилій триває з ще більшою ретельністю. Сучасні дослідники нараховують майже тисячу різновидів динозаврів.

Світове мистецтво подарувало людям величезну кількість книг і фільмів, присвячених цим ящерам. Наприклад, вони з'являються у творі Артура Конан Дойля «Загублений світ», який було згодом неодноразово екранізовано. На основі творчості Майкла Крайтона зняли знамениту картину «Парк юрського періоду». Історія динозаврів для дітей представлена за допомогою численних мультиплікаційних фільмів і барвистих ілюстрованих книг. З них дитина може познайомитися з цими дивовижними і величними тваринами.

Незважаючи на те що так багато часу пройшло відтоді, як з поверхні Землі зникли останні динозаври, історія походження цих величних ящерів, їх життя і таємниця їх зникнення і зараз хвилюють серця й уми людей. Однак більшість їх загадок, швидше за все, так і залишиться без відповідей.

Палеогеновий (65–23 млн років тому) та неогеновий (23–1,8 млн років тому) періоди кайнозойської ери фанерозойського еону історії Землі також не потребує детального опису, бо він є у вже наведених книгах [9, 10, 12, 13]. Приведемо лише кілька ілюстрацій (рис. 26-31).



Рис. 26. Палеогеновий буровугільний ліс.
На передньому плані – тапір.
Південно-східне узбережжя США [27]



Рис. 27. Еоценовий копитний уїнтатерій [5]

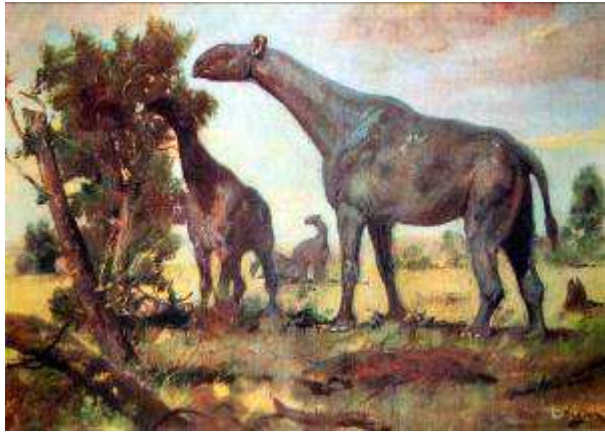


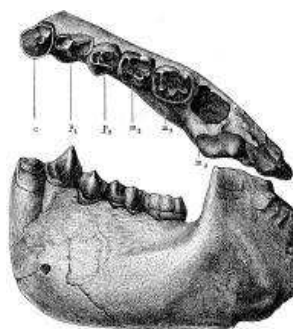
Рис. 28. Олігоценовий безрогий носорог індрикотерій. Казахстан [5]



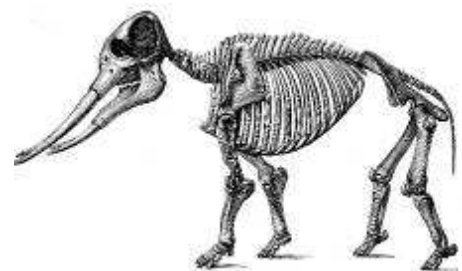
Рис. 29. Олігоцен-ранньоміоценовий предок коней – мезогіппус. Штат Небраска, США [5]



а)

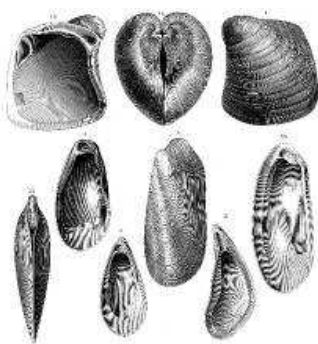


б)

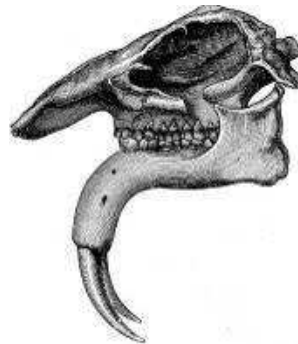


в)

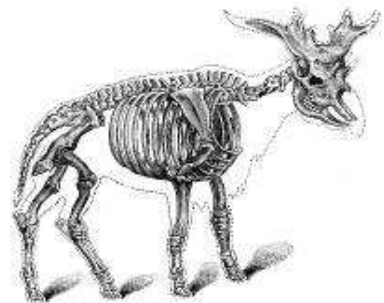
Рис. 30. Міоценові махайродус, дріопітек та мастодонт [13]: а) череп махайродуса із міоцену Південної Америки; б) щелепа дріопітека із міоцену Франції; в) мастодон із міоцену Франції



а)



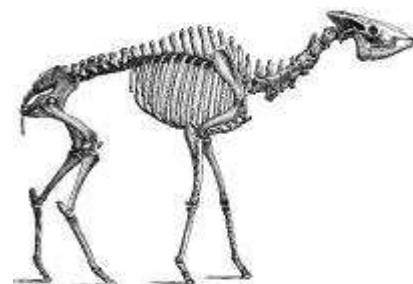
б)



в)



г)



д)

Рис. 31. Пліоценові молюски, дінотерій, хелладотерій та сівитерій [13]:

а) понтичні молюски пліоцену із Аравії; б) дінотерій із пліоцену Майнца, Німеччина;
в) сівитеріум із пліоцену Сівалікських гір Індії; г) таксодон із пліоцену Буенос-Айресу, Аргентина;
д) хелладотеріум – предок жирафа із пліоцену Греції

Четвертинний (квартер, антропоген, льодовиковий) період (1,8 млн років тому – сьогодення) кайнозойської ери фанерозойського еону історії Землі є найкоротшим періодом в історії Землі. Протягом четвертинного періоду на Землі відбулися значні палеогеографічні зміни. Встановлено кілька льодовикових епох і епізодів, кожен з яких був пов'язаний із розвитком великих льодовиків у високих і середніх широтах Північної півкулі. Похолодання приводили до періодичного виникнення в полярних і приполярних областях покривних зледенінь, у помірному поясі - гірських зледенінь і розвитку зволоження в низьких широтах. У періоди потеплінь і в міжльодовикові епохи площі, вкриті льодом, зменшувались, а в низьких широтах посилювалася посушливість (рис. 32).



Рис. 32. Зледеніння Північної Євразії в максимум останнього глобального похолодання (17-21 тис. років тому) [11]: 1 – льодовикові щити з поверхневими лініями стоку і гірсько-покривні комплекси; 2 – пливучі шельфові льодовики та їхні лінії стоку; 3 – посушені континентальні шельфи; 4 – прісноводні басейни; 5 – головні спідвеї; 6 – течія талої води в протоках; 7 – межі басейну великої системи стоку; 8 – акваторії; елементи системи стоку (цифри у кружках): 1 – Новоевксинський басейн; 2 – Хвалинський басейн; 3 – верхньодніпровські озера і спідвеї; 4 – верхньоволзькі озера і спідвеї; 5 – двінсько-печорські озера; 6 – Аральський басейн; 7 – Максієвське озеро-море; 8 – Єнісейське озеро; 9 – Ленсько-Вілюйське озеро; 10 – Вітмське озеро; головні спідвеї: М – Маницький, К – Кельтминський; Т – Турганський, У – Удайський, КК – Кас-Кетський, ВТ – Вілюйсько-Тунгуський

Ці епізоди викликали різкі зміни в біогеографічному та екологічному розвитку наземних і морських організмів. Зниження рівня Світового океану й льодовикова ерозія зумовили інтенсивне винесення теригенного матеріалу в глибоководні частини океанських басейнів. Відбувалися значні коливання біопродуктивності океану. Незважаючи на суворість клімату, в четвертинному періоді відсутні явні ознаки криз морської біоти. Умови середовища чинили лише невеликий вплив на планктонну біоту.

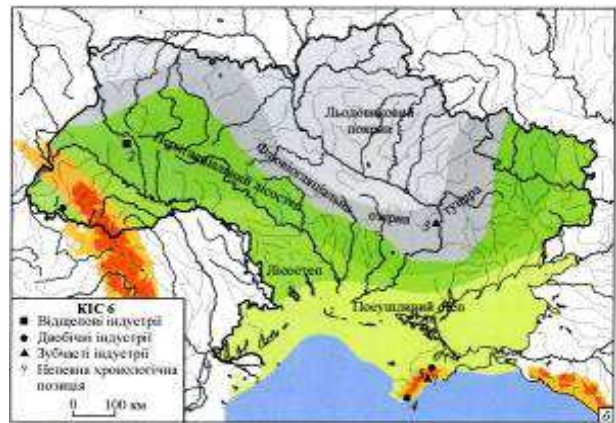
Тваринний і рослинний світ четвертинного періоду був близьким до сучасного. Зміни, які відбувалися у складі й розселенні тварин і рослин, були зумовлені змінами природного середовища. Під час зледенінь холодолюбні види мігрували в бік екватора, а в міжльодовикові періоди – у зворотному напрямку (рис. 33, 34).

Характерною особливістю розвитку флори протягом плейстоцену була неодноразова її зміна, пристосування до похолодань у помірних і субтропічних широтах, що супроводжувалося зубожінням видового й родового складу, зникненням вічнозелених і широколистих форм, розширенням ареалів трав'янистих угруповань.

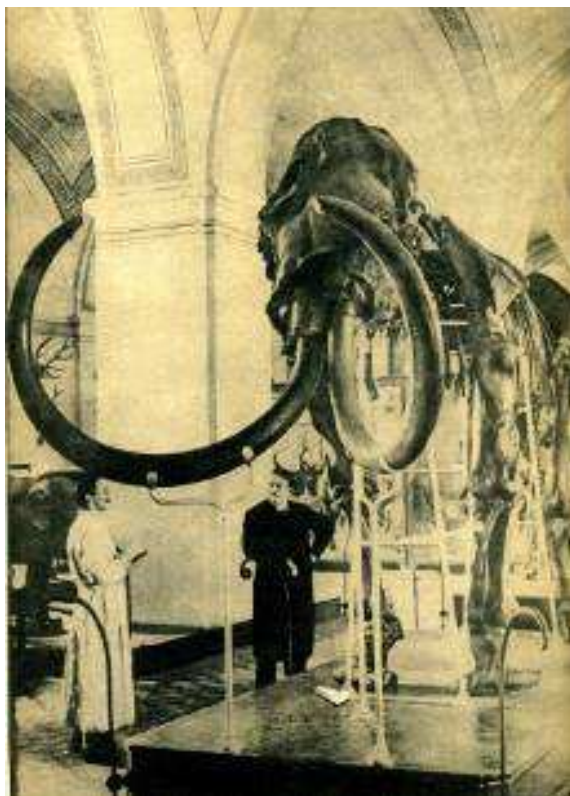
У тваринному світі помітні зміни відбувалися у складі ссавців, особливо хоботних і копитних, які населяли Північну півкулю.



Прилуцький етап pl (104-74 тис.р.т.)
Рис. 33. Палеоландшафти України
в плейстоцені [8]



Дніпровський етап dn (230-180 тис.р.т.)
Рис. 34. Палеоландшафти України
в плейстоцені [8]



а)



б)

Рис. 35. Зовнішній вигляд мамонтів [4]: а) *Mamuthus p-rimigenius*, р. Лена, 1799, Зоологічний музей, С. – Петербург; б) *Mamuthus primegenius* із Старуні, 1907. Природознавчий музей, Львів. Реставрований у 2019 р.

Протягом плейстоцену в результаті багаторазових змін похолодань і потеплінь вимерло багато теплолюбних тварин і з'явилися тварини, які пристосувалися до життя в суворих умовах (мамонти, олені, ведмеді) (рис. 35-37). У голоцені остаточно сформувались сучасні обриси суходолу, мережа водойм, географічні зони. Він розпочався після відступу льодовиків від Європи та Азії на північ.

Першими від них відділилися горили (6-8 млн років тому), а в шимпанзе і людей лишився один спільний предок, який згідно з молекулярним годинником жив 6 млн років тому [19, 20].

З млн років тому ранні родичі людини, ймовірно, були схожі на невеликих – майже 1 м на зріст – двоногих мавп (австралопітекових) з маленьким мозком (рис. 38).

Згодом вони розділилися на дві гілки: великощелепних гомінідів, які живилися рослинами й дрібними тваринами, та дрібнощелепних рослиноїдних і м'ясоїдних з більш розвиненим мозком, які користувалися знаряддями. До останніх належали ранні члени нашого роду – *Номо* [15].

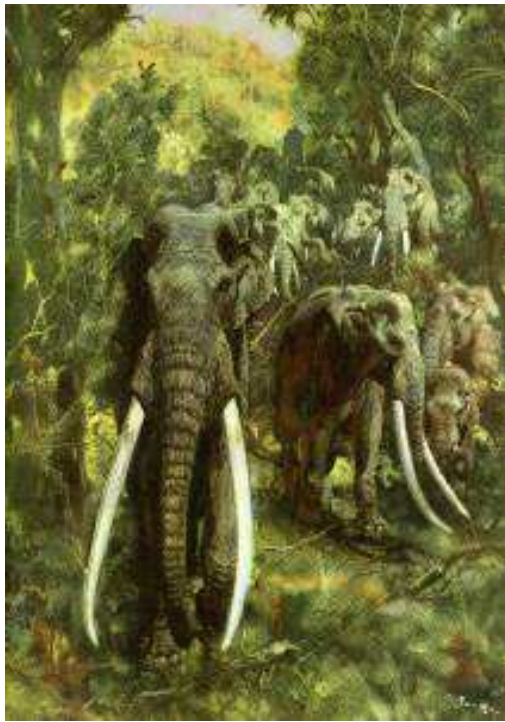


Рис. 36. *Palaeoloxodon antiquus* (мастодонт) [4]



Рис. 37. *Moeritherium* (тапір) – предок усіх вимерлих та існуючих хоботних. Пізній еоцен – ранній олігоцен, Єгипет [4]

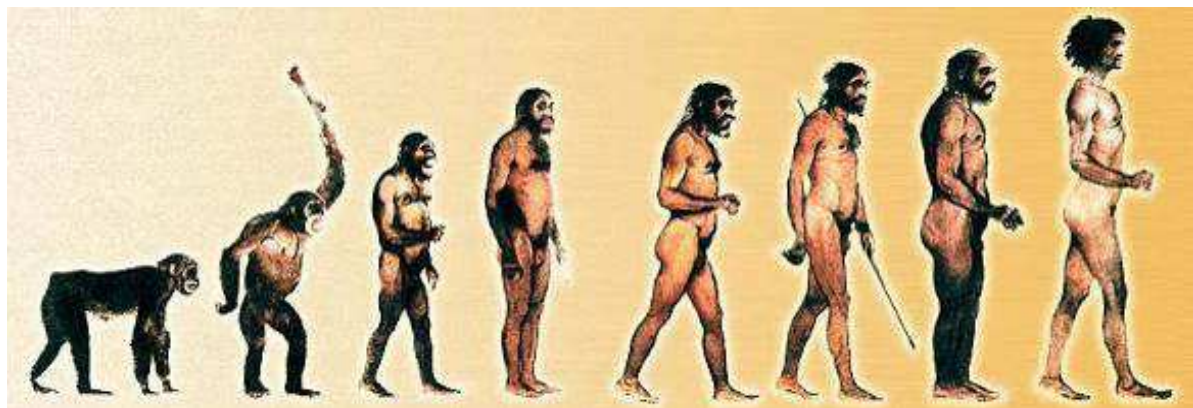


Рис. 38. Ступені еволюції наших предків: примат, що жив у лісах, рамапітек, австралопітек, *Homo habilis*, *Homo erectus*, пітекантроп, *Homo sapiens neanderthalensis*, *Homo sapiens sapiens* (кроманьйонець) [20]

Судячи з викопних людських кісток і знарядь з каменю, наші предки набували властивих людині ознак поступово – протягом принаймні 4 млн років. Головною ознакою людини прийнято вважати пряму ходу, однак австралопітеки звелися на ноги 4 млн років тому. Натомість примітивні знаряддя з'явилися лише 2,6 млн років тому, найімовірніше за часів *Homo habilis*. Втім, не виключено, що ці знаряддя виготовили австралопітеки, адже шимпанзе, як відомо, теж користуються кам'яними знаряддями.

Вперше великий мозок, більший, ніж у мавп, відзначається у *Homo habilis*: його об'єм становив 650 см³. 1,8-1,9 млн років тому ранні предки людини пітекантроп та гейдельбергенець) – *Homo erectus*, вищий і рухливіший, з більшим мозком вперше залишив Африку, а близько 1,6-1,7 млн років тому перебрався до Східної Азії. Неандертальці (*Homo neanderthalensis*) та їхні попередники належали до перших родичів людини [3], чий мозок за об'ємом можна порівняти з мозком сучасних людей (670- 860 см³). Вони заселили Європу та Азію 230 тис. років тому і жили там 100 тис. років. Це були вправні мисливці (рис. 39, 40).



Рис. 39. Полювання неандертальців на печерного ведмедя [3]



Рис. 40. Неандертальці вполювали волохатого носорога [3]

Ймовірно, вони вже вміли розмовляти, хоча мова не була складною. Деякі з них ховали своїх померлих родичів, уміли виготовляти прикраси – своєрідні символічні атрибути культури, що свідчить про розвиток свідомості в ранніх предків сучасної людини. Однак на зміну неандертальцям з інших країн прийшли сучасні люди – кроманьйонці (*Homo sapiens sapiens*) [3]. Вони з'явилися в Африці близько 120 тис. років тому. Останні знахідки в Південній Африці та Конго свідчать, що вже 70-75 тис. років тому *Homo sapiens sapiens* послуговувалися складними кістяними знаряддями і робили символічні предмети з дерева.

Кроманьйонці стали першими нашими предками, які займались мистецтвом – виготовляли скульптури та розписували стінки печер (рис. 41, 42).



Рис. 41. Картинна галерея у печері Альтаміра, Іспанія [3]

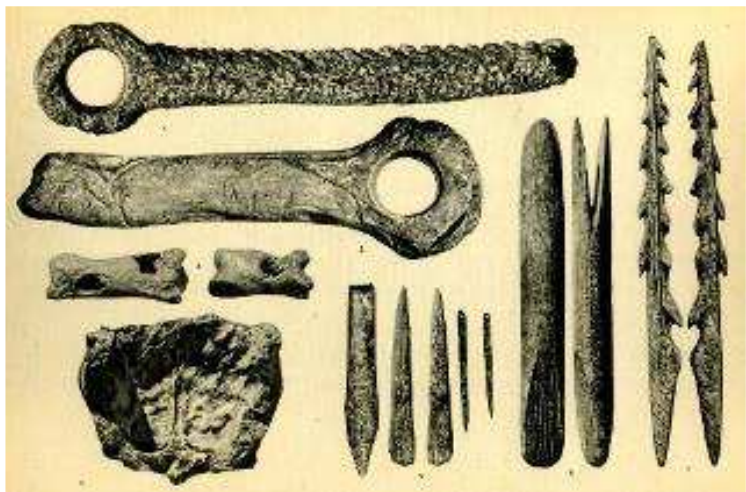


Рис. 42. Кроманьйонці виготовляли вироби з дерева і кісті [3]

Тоді ж з'явилися культові обряди при похованні померлих та чаклунство [3]. Кроманьйонці продовжували існувати і в неоліті. Автори вважають, що їх забальзамовані туші могли зберегтись і в Старуні [2], де О. М. Адаменко запропонував у 2005 [21] створити Парк Льодовикового періоду.

За археологічними і біомолекулярними даними, сучасні люди почали кочувати по Африці 120 тис. років тому. А 100 тис. років тому вони рушили на північ і 90 тис. років тому досягли західного Середземномор'я, де вперше зустрілися з неандертальцями. За 30 тис. років вони дійшли до Китаю, а 50 тис. років тому дісталися Австралії. Такі темпи можуть видатися швидкими, але якби навіть люди здолали цю відстань (20 000 км), йдучи узбережжями, швидкість пересування становила б менше ніж 1 км за рік.

Вкрита льодовиками Європа була головною фізичною і кліматичною перешкодою на шляху людей, тому вони освоїли її лише 40 тис. років тому, а перехід у північно-східному напрямку через Сибір на Аляску виявився ще важчим. 18,0-10,2 тис. років тому за низького рівня моря на місці Берингової протоки існував «міст» суходолу, завдяки чому люди мали змогу перебратися в Америку, а 12,5 тис. років тому вони вже дісталися Чилі. Найостанніше переселення – на острови Тихого океану, включаючи Нову Зеландію, відбулося лише тисячу років тому [19, 20].

Наприкінці останнього льодовикового періоду 12 тис. років тому відбулося глобальне вимирання мегафауни – тварин з великою вагою, у т. ч. мамонтів. З приходом сучасних людей (близько 40 тис. років тому) зникли неандертальці, хоча в Європі вони співіснували з прибульцями близько 10 тис. років. За результатами аналізів ДНК, попри збіг у часі і спільну територію, ці два людських види майже не схрещувалися між собою. Достеменною причиною вимирання мегафауни (зміни клімату або умов довкілля, винищення людьми або все разом) викликає суперечки. Останні дані, здебільшого з Австрало-Азіатського регіону, де кліматичні зміни були зовсім незначні, свідчать, що тварини почали вимирати після приходу людей-мисливців. Винятком є Африка, де сучасні люди досить довго співіснували з великими ссавцями, хоча сьогодні, із зростанням народонаселення, вимирання загрожує і великим африканським тваринам [19].

Людина впливає на стан Землі не тільки полюванням, а й захопленням природних ареалів, що супроводжується глобальним потеплінням. Все це становить серйозну загрозу флорі та фауні Землі й самому людству.

Висновки. Завершивши багатий на події маршрут від виникнення Всесвіту, спалаху нашого Сонця, утворення Землі та її драматичну історію, можна прийти до кількох як теоретичних, так і практичних висновків.

1. Запропонована авторами подорож через віки та континенти хоча і веде нас послідовно від одного еону до іншого, від ери до ери, від періоду до періоду, але вона не є неперервною, тому що містить безліч «пробілів», ще на відкритих і не досліджених природознавцями. Наша подорож пролягла лише тими стежками і в ті часи, які відповідають вивченості скам'янілих решток організмів та вміщуючих гірських порід станом на кінець першого десятиліття XXI століття.

2. Головною тенденцією історії Землі, яка чітко прослідковується через весь її розвиток, є мінливість Землі, постійні зміни ландшафтів, фізико-хімічних процесів на поверхні і в надрах, коливання клімату та ін. Навіть упродовж життя однієї людини ці зміни очевидні. А за мільйони та мільярди років вони розшифровані геологічними утвореннями та скам'янілостями. Усе це попереджає людство про необхідність жити на своїй планеті у гармонії з природою та її змінами.

3. Саме тому важливо знати кожному, що таке Земля, як вона з'явилась на арені Всесвіту, що її змінює і як на ній відбивається наша діяльність. Це і є головним завданням створюваного Парку «Історії Землі та Людини» у мальовничому куточку Прикарпаття. На відносно невеликій площі у 6 га необхідно створити пішохідні туристичні стежки, вздовж яких пропонується відновити геологічні етапи розвитку Землі та людства. Усього буде 30-40 таких «зупинок», де турист, або студент, школяр чи взагалі людина, що цікавиться природою, зможе побачити головні події земної історії, показані на стендах чи білбордах, відображених у скульптурах звірів, макетів минулих ландшафтів та стоянок давніх людей. Тобто Парк повинен стати новим пізнавальним еколого-туристичним центром, а в майбутньому може «Прикарпатським Діснейлендом».

Література

1 Адаменко О. М. Мій дім – Україна. Роман життя, науки і кохання в 4х томах. Том 2 / О. М. Адаменко. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2005. – 336с. + іл.

2 Адаменко О. М. Старуня: Парк Льодовикового періоду /О. М. Адаменко, О. М. Карпаш, Д. О. Зорін, Мацей Котарба, І. В. Мосюк, І. І. Ковбанюк, за ред. Є. І. Крижанівського. – Івано-Франківськ: Голіней О. М., 2017. – 212 с.+204 іл.

3 Аугуста Й. Жизнь древнего человека / Й. Аугуста, З. Буриан. – Прага: Артия, 1961. – 67 с.+52 карт.

4 Аугуста Й. Книга о мамонтах / Й. Аугуста, З. Буриан. – Прага: Артия, 1962. – 54 с.+іл.

5 Биологический энциклопедический словарь / Гл. ред. М.С. Гиляров; Редкол.: Баев А.А., Винберг Г.Г., Заварзин Г.А. и др. - 2-е изд., исправл. - М.: Сов. Энциклопедия, 1986. - 864 с.

6 Веклич М. Ф. Проблемы палеоклиматологии / М. Ф. Веклич. – К: Наукова думка, 1987. – 190 с.

- 7 Воейков А. И. Колебание и изменение климата / А. И. Воейков //Избр. сочинения, Т. 3. – М., 1958. – С. 387-411.
- 8 Гейзен Роберт М. Історія Землі. Від зіркового пилу до живої планети/Р. М. Гейзен. – Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2019. – 287с.
- 9 Давиташвили Л. Ш. Краткий курс палеонтологии / Л. Ш. Давиташвили. – М.: Госгеоліздат. – 544 с.
- 10 Жученко Г. О. Курс історичної геології з основами палеонтології // Г. О. Жученко, О. Р. Стельмах. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 154 с.
- 11 Матвіїшина Ж. М. Просторово-часова кореляція палеогеографічних умов четвертинного періоду на території України / Ж.М. Матвіїшина, Н. П. Герасименко, В.І. Передерій та ін. – К.: Наукова думка, 2010. – 192 с.
- 12 Мороз С. А. Історія біосфери Землі: У 2 кн. Кн. 2: Геолого-палеонтологічний життєпис. Навч. посібник / С. А. Мороз. – К.: Заповіт, 1996. – 422 с.
- 13 Неймайр М. История Земли, том II / М. Неймайр. – С-Петербург: Просвещение, 1902. – 848 с.
- 14 Рудько Г. І. Землелогія. Еколого-ресурсна безпека Землі / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – К.: Акадмпрес, 2009. – 512 с.
- 15 Рудько Г. І. Тиск на біосферу: реанімація чи шлях на Марс / Г. І. Рудько, О. М. Адаменко. – Київ-Чернівці: Букрек, 2014. – 336 с.
- 16 Палмер Д. Земля / За ред. Джеймса Ф. Лера / Д. Палмер. – К.: Енциклопедія, 2005. – 847 с.
- 17 Посохов Е. В. Химическая эволюция гидросферы / Е. В. Посохов. – Л.: Гидрометеиздат, 1981. – 286 с.
- 18 Степанчук В. М. Давня людина: палеогеографія та археологія / В. М. Степанчук, Ж. М. Матвіїшина, С. М. Рижов, С. П. Кармазиненко. – Київ: Наукова думка, 2013. – 208 с.
- 19 Харарі Ю. Н. Людина розумна. Історія людства від минулого до майбутнього / Ю. Н. Харарі. – Харків: Клуб сімейного дозвілля, 2018. – 544 с.
- 20 Харенберг Бодо. Хроника человечества / Б. Харенберг, Б. Байер, Р. Дрекехаге и др. – Бельгия: Bropols, 1994. – 1200 с.
- 21 Adamenko, O.M., Krizhanivskiy, E.I., Vekeryk, V.I., Stelmach, O.P., Mis-chenko, L.V., Zorina, N.O., Zorin, D.O. & Ambrozyak, M.V., 2005. A concept of an international «Ice-Age Geopark» as an ecological-tourist center in Starunia former ozokerite mine, fore-Carpathian region, Ukraine. In: Kotarba M.J. (ed.) – Polish and Ukrainian geological studies (2004-2005) at Starunia – the area of discoveries of woolly rhinoceroses. Polish Geological Institute and Society of Research on Environmental Changes «Geosphere», Warszawa-Krakow: 205-209.
- 22 http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Diadectes_BW.jpg?usel-ang=ru.
- 23 http://commons.wiki1nedia.org/wiki/Kile:Dimetrodon_gigashomogDB.jpg? uslang ru.
- 24 <http://cpgeosystems.com/paleomaps.html>.
- 25 http://geology.lnu.edu.ua/phis_geo/Intersting%20about%201-prac-tice/About%20practices/Practics_uu/History%20of%201ife/Evolu-tion%20Earth/Evolution%201ife%20on%20the%20Earth/Cembrii/ Life_02.htm.
- 26 http://www.huffingtonpost.com/2012/02/21/298-million-year-old-forest-unearthed_n_1290578 .html.
- 27 <http://www.lnu.edu.ua>.
- 28 <http://www.naturkundemuseum-berlin.de/en/ausstellungen/saurierwelt/pterodactylus/>
- 29 <http://old.informika.ru/text/database/biology/data/biology53. html>.
- 30 http://uk.wikipedia.org/wiki/npoKapioTH.http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D0%B9%D0%B B: Endomembrane_system_diagram_uk. s.vg.

¹O. Adamenko, ¹D. Zorin, ²T. Belz¹ Ivano-Frankivsk National
Technical University of Oil and Gas² Earth and Human History Park**EARTH AND HUMAN HISTORY PARK – A NEW ENVIRONMENTAL AND TOURIST
CENTER IN THE PRECARPATHIAN REGION**

The development of tourism and recreation industry requires that not only new territories with the landscapes interesting for tourists, but also new information topics, expansion of the educational range in various fields of socio-economic activities. In the Precarpathian region, a famous Ice Age Park in Starunia village will be joined by a new eco-tourist site – Earth and Human History Park, located near Pidhiria village, Bohorodchany region, Ivano-Frankivsk oblast. On the area of 6 hectares, an exhibition of sculptures, stands, models, billboards, natural and computer models is created, that can clearly and scientifically substantiate and illustrate the development of the Earth after the Universe occurred 13.7 billion years ago as a result of the Big Bang, the creation of galaxies, the Solar System with planets, their satellites, asteroids, meteorites, comets, including the Earth 4.567 billion years ago. Then the main stages of our planet's development are shown. The Earth has passed four eons – the Hadean (4.567–4.0 bln years ago), the Archean (4.0–2.0 bln years ago), the Proterozoic (2.0–0.56 bln years ago) and the Phanerozoic (560 mln years ago–till present day). In the last eon, the geological history of the Paleozoic (560–252 mln years ago) era with the Cambrian, Ordovician, Silurian, Devonian, Carboniferous and Permian periods, the Mesozoic (252–65 mln years ago) era with the Triassic, Jurassic and Cretaceous periods, and the Caenozoic (65 mln years ago–till present day) era with the Paleogenic, Neogene and Quaternary periods are described in detail.

Much attention is paid to the description of the appearance and lifestyle of exotic inhabitants of the Earth – Prokaryotes, Archaeocyathi, Trilobites, Dinosaurs, Hipparions, Mammoths, Rhinoceroses, etc. The history of the appearance and development of ancient people – from Australopithecus, Homo Habilis, Homo Erectus, Pithecanthropus, Neanderthal Man to Cro-Magnon Man – Modern Human is shown in detail.

Key words: planet, asteroids, comets, Earth, eons, eras, periods, Prokaryotes, fauna, flora, dinosaurs, mammoths, ancient people.

References

- 1 Adamenko O. M. Mii dim – Ukraina. Roman zhyttia, nauky i kokhannia v 4kh tomakh. Tom 2 / O. M. Adamenko. – Ivano-Frankivsk: Symfoniia forte, 2005. – 336s. + il.
- 2 Adamenko O. M. Starunia: Park Lodovykovoho periodu /O. M. Adamenko, O. M. Karpash, D. O. Zorin, Matsei Kotarba, I. V. Mosiuk, I. I. Kovbaniuk, za red. Ye. I. Kryzhanivskoho. – Ivano-Frankivsk: Holinei O. M., 2017. – 212 s.+204 il.
- 3 Auhusta Y. Zhyzn drevneho cheloveka / Y. Auhusta, Z. Buryan. – Praha: Artyia, 1961. – 67 s.+52 kart.
- 4 Auhusta Y. Knyha o mamontakh / Y. Auhusta, Z. Buryan. – Praha: Artyia, 1962. – 54 s.+il.
- 5 Byolohycheskyi entsyklopedycheskyi slovar / Hl. red. M.S. Hylia-rov; Redkol.: Baev A.A., Vynberh H.H., Zavarzyn H.A. y dr. - 2-e yzd., yspravl. - M.: Sov. Entsyklopedyia, 1986. - 864 s.
- 6 Veklych M. F. Problemy paleoklymatolohyy / M. F. Veklych. – K: Naukova dumka, 1987. – 190 s.
- 7 Voeikov A. Y. Kolebanye y yzmenenye klymata / A. Y. Voeikov // Yzbr. sochynenyia, T. Z. – M., 1958. – S. 387-411.
- 8 Heizen Robert M. Istoriia Zemli. Vid zirkovoho pylu do zhyvoi planety/R. M. Heizen. – Kharkiv: Klub simeinoho dozvillia, 2019. – 287s.
- 9 Davytashvyly L. Sh. Korotkyi kurs paleontolohyy / L. Sh. Davytashvyly. – M.: Hosheolyzdat. – 544 s.
- 10 Zhuchenko H. O. Kurs istorichnoi heolohii z osnovamy paleontolohii // H. O. Zhuchenko, O. R. Stelmakh. – Ivano-Frankivsk: IFNTUNH, 2013. – 154 s.
- 11 Matviishyna Zh. M. Prostorovo-chasova koreliatsiia paleohrafich-nykh umov chetvertynnoho periodu na terytorii Ukrainy / Zh.M. Matviishyna, N. P. Herasymenko, V.I. Perederii ta in. – K.: Naukova dumka, 2010. – 192 s.

