

**ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ БІОЛОГІЇ, ГЕОГРАФІЇ І ЕКОЛОГІЇ
КАФЕДРА ЕКОЛОГІЇ ТА ГЕОГРАФІЇ**

ПАЛЕОЕКОЛОГІЯ:

РОБОЧИЙ ЗОШИТ

ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ ТА СЕМІНАРСЬКИХ ЗАНЯТЬ

Навчальний посібник



Студента _____

Спеціальності _____ Групи _____

ББК 28.01
УДК 65.07

Палеоекологія: Робочий зошит для практичних та семінарських занять. Навчальний посібник / О.П. Кундельчук, О.В. Давидов. – Херсон: ПП Вишемирський В.С., 2013.
- с.

Посібник містить практичні та семінарські заняття з курсу палеоекології. Завдання практичних робіт включають таблиці, графіки, схеми, малюнки та картографічні матеріали необхідні для засвоєння питань, передбачених програмою дисципліни і освітньо-кваліфікаційною програмою підготовки студентів екологів.

Робочий зошит рекомендований студентам і викладачам екологічних, географічних та біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів.

Рецензенти:

Бойко М.Ф., доктор біологічних наук, професор, професор кафедри ботаніки
Херсонського державного університету

Пилипенко І.О., кандидат географічних наук, доцент, завідувач кафедри
соціально-економічної географії Херсонського державного
університету.

Рекомендовано до друку на засіданні кафедри екології та географії Херсонського державного університету (протокол № від 2013 р.).

© О.П. Кундельчук, О.В. Давидов. 2013.

Програма курсу «Палеоекологія»

Дисципліна «Палеоекологія» представляє собою базову дисципліну, яка формує комплексне уявлення про генезис та еволюцію органічного світу, а також залежність еволюції від умов навколишнього середовища. Дана дисципліна є важливим зв'язуючим ланцюгом між фундаментальними та фаховими науками.

Мета дисципліни: вивчення етапності розвитку та закономірностей еволюції органічного світу в залежності від палеоекологічних умов геосфери, визначення впливу природних факторів на розвиток фізичного типу людини та матеріальної культури древніх суспільств, а також зворотнього впливу давньої людини на природу.

Завдання дисципліни:

Теоретичні: визначити особливості еволюції геосфери в геологічному часі, визначити особливості еволюції органічного світу та її залежність від зміни палеоекологічних умов; вивчити вплив природних факторів та розвиток фізичного типу людини, а також вплив давньої людини на природу.

Практичні: навчитися характеризувати фізико-географічні умови минулого, визначати викопні організми та їх стан, в залежності від палеоекологічних умов.

Після вивчення дисципліни студент повинен **знати:**

1. закономірності змін палеоекологічних умов існування живих організмів на Землі;
2. закономірності еволюції органічного світу та її хронологію;
3. особливості палеогеографічних етапів на території України;
4. закономірності змін давніх ландшафтів під впливом діяльності людини.

Студент повинен **вміти:**

1. використовувати основні прийоми палеогеографічних реконструкцій за геоморфологічними, літолого-педологічними та палеонтологічними матеріалами із археологічних пам'яток для виконання палеоекологічних побудов;
2. визначити таксономічну належність викопних решток;
3. визначити геоморфологічне положення археологічних пам'яток та реконструювати древні екзогенні процеси;
4. визначити кліматоліти у розрізах плейстоцену України;

Міждисциплінарні зв'язки: дисципліна «Палеоекологія» є тісно пов'язаною із такими спеціальними дисциплінами як «Геологія з основами геоморфології», «Основи загальної екології та геоелекології», «Вступ до фаху», «Ландшафтна екологія» та ін.

ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Вступ. Методологічні основи палеоекології. Об'єкт, предмет та мета дисципліни. Історичний нарис виникнення та розвитку палеоекології. Зв'язок палеоекології з іншими науками.

Методика палеоекологічних досліджень. Польове дослідження палеоекологічних пам'яток. Методи абсолютного датування. Палеоботанічні методи. Палеофауністичні методи. Грунтово-літологічні методи. Грунтово-геохімічні методи. Геомагнітний та палеомагнітний методи. Ізотопні методи. Геохронологічна шкала.

Катархей (4,6 - 3,5 млрд.р.т.). Виникнення Землі як планети. Гіпотетичні механізми появи у Землі супутника – Місяця. Причини відсутності Катархейських осадових порід в геологічному літопису. Поняття про Галактичний рік. Реконструкція палеоумов на Землі за допомогою ізотопного аналізу давніх мінералів цирконів.

Археозой (3,5 – 2,5 млрд.р.т.). Особливості еволюції літосфери, атмосфери та гідросфери в археозой. Парадокс слабкого молодого Сонця. Археозойський парниковий ефект. Теорії виникнення життя на Землі. Доклітинні форми життя. Хіральна асиметрія живого. Поява перших прокариотичних клітинних форм життя на Землі. Архейська експансія генів (3,3 – 2,85 млрд.р.т.). Строматоліти як перші прокариотичні екосистеми на землі. Виникнення еукаріотичних організмів внаслідок симбіогенезу декількох прокариотичних організмів. Становлення полового процесу у одноклітинних еукаріот як механізму відновлення пошкоджень в молекулах ДНК. Підняття ядер континентів. Утворення Моногеї. Причини накопичення кисню в атмосфері (2,7 – 2,4 млрд.р.т.). Киснева катастрофа. Архейське масове вимирання видів (2,5 млрд.р.т.).

Протерозой (2,5 млрд.р.т. – 540 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Протерозой, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері. Генезис та еволюція озонового шару,

значення утворення озонового шару в подальшій еволюції життя на Землі. Причини Гуронського зледеніння. Аноксичність протерозойського океану. Еволюція біосфери в протерозої. Поява перших багатоклітинних еукаріот (2,1 млрд.р.т.). Поява істинної диференціації тканин (непротерозойська революція) (1 млрд.р.т.). Формування імунної системи у організмів. Виникнення гравітропізму у ризофітних водоростей. Поява двосторонне-симетричних організмів *Bilatera* (630 млн.р.т.). Становлення механізмів морфогенезу багатоклітинних організмів. Формування ока. Бластогенез як форма виживання давніх багатоклітинних тварин в несприятливих умовах. Поява перших наземних водоростей, грибів, комах. Формування протерозойської педосфери. Механізм появи хребетних організмів від безхребетної предкової форми. Особливості Вендобіонтів (едакарської фауни) та причини їх вимирання (596 – 540 млн.р.т.). Значення кріосфери в еволюції життя на Докембрійському етапі розвитку Землі.

Палеозой (540 – 248 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Палеозої, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері. Каледонський цикл гороутворення та його наслідки. Оксигенація океану. Кембрійська скелетна революція. Її причини. Вплив кліматичних змін на виникнення умов для розвитку життя на суходолі. Вихід рослин на суходіл (465 млн.р.т.). Панування гаметофіту рослин при чергуванні галоїдної та диплоїдної генерацій. Поява вищих судинних рослин (рініофіти, плауни) (450 млн.р.т.). Панування спорофіту у вищих рослин при чергуванні галоїдної та диплоїдної генерацій. Еволюція явища геномного імпринтингу для вирішення сексуального конфлікту спорофітів. Причини Ордовікського термінального масового вимирання видів (440 млн.р.т.). Механізм утворення щелепи. Поява у Силурі щелепи та щелепоротих організмів (420 млн.р.т.). Перші спроби тетраподизації у силурійських риб (438-408 млн.р.т.). Поява примітивних легенів у деяких девонських риб (408-360 млн.р.т.). Вихід хребетних тварин на суходіл (385 млн.р.т.). Поява перших земноводних – лабіринтодонтів. Поява насіння та голонасінних рослин. Причини термінального девонського вимирання видів (365 млн.р.т.). Поява плазунів та крилатих комах в карбоні (360-286 млн.р.т.). Формування зародкових оболонок навколо ембріонів як ароморфоз, який дозволив ліквідувати залежність розмноження організмів від водоймищ. Встановлення екологічних зв'язків між крилатими комахами та голонасінних рослинами. Герцинський цикл гороутворення та його наслідки. Гондванське зледеніння. Масове термінальне пермське вимирання видів (250 млн.р.т.).

Мезозой (248-65 млн.р.т.). Початок глобального рифтогенезу та виникнення океану Теніс. Регресія Світового океану та кліматичні зміни. Поширення рептилій та голонасінних рослин по Землі у Триасі (248-208 млн.р.т.). Поява крокодилів. Екологічна роль виникнення теплокровності. Поява у Триасі перших ссавців (240 млн.р.т.). Механізми формування шерстного покриву. Причини масового термінального тріасового вимирання видів (215 млн.р.т.). Трансгресія Світового океану та кліматичні зміни, початок формування сучасних океанів (165 млн.р.т.). Поширення динозаврів та костистих риб, виникнення птахів і сумчастих ссавців в Юрському періоді (208 – 145 млн. р.т.). Механізм формування пір'яного покриву. Кіммерійський цикл гороутворення та його наслідки. Кліматичні зміни крейдяного періоду (135 – 65 млн.р.т.). Механізми появи квітки та покритонасінних рослин (125 млн.р.т.). Причини швидкого розповсюдження та панування покритонасінних рослин. Масове крейдяне вимирання видів (65 млн.р.т.). Гіпотези причин розвитку катастрофічних змін в географічній оболонці наприкінці Мезозою. Співвідношення масових катастрофічних вимирань видів та поступового еволюційного старіння та вимирання видів в історії розвитку життя на землі.

Кайнозой (65 млн.р.т. - сьогодні). Альпійський цикл гороутворення та його наслідки. Льодовикові епохи, їх генезис та наслідки. Кліматичні зміни в Кайнозої та їх вплив на розвиток органічного світу. Поширення птахів по Землі та їх еволюція. Поширення ссавців по Землі та їх еволюція. Виникнення сучасних океанів та їх вплив на формування географічної оболонки. Палеоген. Кліматичні умови в палеоцені. Причини палеоцен-еоценового термального максимуму та його наслідки. Відновлення екосистем після крейдового вимирання видів. Причини виходу ссавців та птахів до крупнорозмірного класу. Кліматичні умови в еоцені. «Ефект азолі» (49 млн.р.т.). Причини потепління у середині еоцену. Тектонічні події наприкінці еоцену. Причини формування покривного зледеніння в Антарктиді (33 млн.р.т.). Біота в еоцені. Причини масового вимирання видів в еоцені (34 млн.р.т.). Неоген. Тектоніка та кліматичні умови на початку міоцена. Причини диверсифікації видів рослин та тварин на початку міоцена. Кліматичні умови в середині міоцену. Причини масового вимирання видів в середині міоцена. Наслідки масового вимирання видів в середині міоцену. Причини зміни фаун рослинної тварин. Тектонічні події в середині

пліоцену. Наслідки формування панамського перешийку для клімату та біоти. Біота в неогеновому періоді. Причини масового вимирання видів наприкінці пліоцену (2 млн.р.т.). Антропогенез в неогеновому періоді: дріопітеки, сахелантропи, австралопітеки. Антропоген. Кліматичні умови в Антропогені. Квaziциклічність чергування льодовикових та міжльодовикових епох та її причини. Причини формування зледенінь в Північному Льодовитому океані (1 млн.р.т.). Причини різької зміни рівня Світового океану в Антропогені. Основні події антропогенезу: роль мутацій в генах ASPM (1,5 млн.р.т.) та FOXP2 (42 т.р.т.) в формуванні людини розумної; початок використання вогню (1 млн.р.т.); поява релігійних вірувань (42-40 т.р.т.); поняття «неолітична революція» (10 т.р.т.). Взаємовідносини між неандертальцями та людьми сучасного типу. Причини плейстоцен-голоценового вимирання мегафауни.

Заняття № 1. Методи визначення палеотемператур.....	
Заняття № 2. Використання показника фракціонування стабільних ізотопів в палеоекологічних дослідженнях.....	
Заняття № 3. Палеоекологія Катархейської та Архейської ер.....	
Частина 1. Палеоекологія Катерхею.....	
Частина 2. Палеоекологія Архею	
Заняття № 4. Палеоекологія Протерозойської ери.....	
Заняття № 5. Палеоекологія Кембрійського періоду.....	
Заняття № 6. Палеоекологія Ордовицького періоду.....	
Заняття № 7. Палеоекологія Силурійського періоду.....	
Заняття № 8. Палеоекологія Девонського періоду.....	
Заняття № 9. Палеоекологія Карбонового періоду.....	
Заняття № 10. Палеоекологія Пермського періоду.....	
Заняття № 11. Палеоекологія Тріасового періоду.....	
Заняття № 12. Палеоекологія Юрського періоду.....	
Заняття № 13. Палеоекологія Крейди.....	
Заняття № 14. Палеоекологія Палеогенового періоду.....	
Заняття № 15. Палеоекологія Неогенового періоду.	
Заняття № 16. Палеоекологія Антропогенового періоду.....	

Контрольні питання з курсу «Палеоекологія»

1. Методи досліджень в палеоекології. Фосилії. Аналіз фосилій. Тіллїти.
2. Ізотопна геохронологія. Уран-свинцевий метод. Калій-аргоновий метод. Вуглецевий метод.
3. Метод оцінки фракціонування ізотопів.
4. Гіпотези формування Всесвіту і Сонячної системи. Галактичний рік. Галактична зима.
5. Палеоекологія Катархею (4,6 – 4,0 млрд.р.т.).
6. Причини відсутності осадових порід Катархею в геологічній історії Землі.
7. Опосередковане встановлення фізико-географічних особливостей Землі в Катархеї на підставі аналізу мінералів циркону.
8. Палеоекологія Архею (4,5 – 2,5 млрд.р.т.).
9. Поява життя на Землі. Теорії виникнення життя на Землі. Відмінності між живою та неживою матерією. Поняття «хіральності» біомолекул.
10. Одиночні та колоніальні прокариоти. Строматоліти як перші екосистеми.
11. Епохи діастрофізму в Археї.
12. Кліматичні умови на Землі в Архейській ері. Причини та наслідки появи термальних максимумів.
13. Архейська генна революція. Поняття. Причини. Наслідки архейської генної революції
14. Підняття континентальних літосферних плит. Пізньоархейська киснева катастрофа. Поняття. Причини. Наслідки. Джерела кисню на Землі.
15. Палеоекологія Протерозою (2,5 млрд.р.т. – 542 млн.р.т.). Формування суперконтиненту Монгоєї внаслідок руху літосферних плит. Механізм руху літосферних плит.
16. Причини квазіциклічності формування/розпаду суперконтинентів в геологічній історії Землі.
17. Методи реконструкції взаємного розташування давніх континентів: радіоізотопне датування, геохімічний аналіз типу осадових порід, палеомагнітні та палеогеографічні реконструкції.
18. Причини розвитку покривних зледенень в геологічній історії Землі: цикли Міланковича, Галактичні цикли тектогенезу та геохімічного обігу речовин, цикли активності Сонця, тощо.
19. Причини і наслідки Гуронського зледеніння (2,4 -2,1 млрд.р.т.). Поява багатоклітинних еукаріотів. Кліматичні та геохімічні передумови появи багатоклітинності. Переваги багатоклітинної будови тіла.
20. Поява наземних грибів (1,3 млрд.р.т.), формування симбіозу грибів з наземними водоростями і поява лишайників. Перші палеопочви: механізм формування і наслідки для подальшого розвитку життя на суходолі.
21. Криогеній (850 – 635 млн.р.т.). Поява Хайнаньської біоти в міжльодовикові епохи Криогенію. Загальна характеристика Хайнаньської біоти.
22. Едіакарський період (635 – 542 млн.р.т.). Поява едіакарської фауни (т.з. вендобіонтів).
23. Бойканурське злединіння (542 млн.р.т) і вимирання вендобіонтів.
24. Метод молекулярного годинника. Порівняння палеонтологічних даних (радіоізотопне датування часу утворення фосилій) та даних молекулярного годинника.
25. Палеоекологія Кембрійського періоду (542 – 488 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Кембрійському періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
26. Початок Каледонського циклу гороутворення (500 – 400 млн.р.т.) та його наслідки. Утворення суперконтиненту Гондвани.
27. Оксигенація океану. Організми фільтратори. Пелетний транспорт як основна причина оксигенації океану.
28. Кембрійська скелетна революція. Причини відсутності мінералізованого скелету у докембрійських організмів.
29. Поява в Кембрії усіх сучасних типів багатоклітинних організмів (окрім мшанок). Відмінності між сучасними та кембрійськими тваринами, що відносяться до одного типу. Швидкість утворення нових видів в Кембрійському періоді та тривалість існування Кембрійських видів, родів, тощо.
30. Загальна характеристика найбільш важливих груп Кембрійської фауни і флори.
31. Причини пізньокембрійського масового вимирання видів живих організмів.
32. Палеоекологія Ордовіцького періоду (488 – 443 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Ордовіцькому періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
33. Ордовіцька вибухова радіація видів (розквіт видового біорізноманіття, 470 млн.р.). Причини. Поява безщелепих панцирних хребетних.

34. Вихід на суходіл моховидних рослин (465 млн.р.т.), які дали початок усім наземним рослинам. Механізми адаптації водних рослин до життя на суші.
35. Поява вищих судинних рослин (450 млн.р.т.). Риніофіти. Плауни. Переваги судинних рослин.
36. Палеоекологія Силурійського періоду (443 – 416 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Силурійському періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
37. Розвиток органічного світу в Силурійському періоді. Панування безщелепих. Поява щелепи, характерної для сучасних черепноголових тварин.
38. Причини масового вимирання видів живих організмів наприкінці Силуру (416 млн.р.т.).
39. Палеоекологія Девонського періоду (416 – 360 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Девонському періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
40. Розвиток органічного світу в Девонському періоді. Вихід хребетних тварин на суходіл. Адаптації, необхідні організмам для виходу на суходіл.
42. Примитивні земноводні Девону: акантостега, педерпіс, та інші.
43. Панування на суходолі плаунів, хвощів, папоротей. Поява наприкінці Девону перших голонасінних рослин. Поява перших лісів з дерев.
44. Два масових вимирання видів наприкінці Девону: причини та наслідки.
45. Палеоекологія Карбонового періоду (360-299 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Карбоновому періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
46. Розвиток покривного зледеніння на півдні Гондвани. Тиліти. Кліматична зональність на континентах.
47. Розвиток біосфери в Карбоновому періоді.
48. Поява плазунів. Паралельне формування двох еволюційних гілок плазунів: тероморфної та завроморфної.
49. Поява літаючих комах. Екологічне значення появи літаючих комах. Причини виникнення польоту лише в Карбоновому періоді.
50. Географічна зональність наземної рослинності.
51. Палеоекологія Пермського періоду (299 – 251 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Пермському періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
52. Розвиток біосфери в Пермському періоді.
53. Масове Пермське вимирання видів. Причини та наслідки.
54. Загальна характеристика Мезозойської ери (251 – 65,5 млн р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Мезозойську еру, зміни в літосфері, атмосфері, гідросфері та біосфері.
55. Палеоекологія Тріасового періоду (251 – 199 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Тріасовому періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
56. Розвиток біосфери в Тріасовому періоді.
57. Пізньо-тріасове масове вимирання видів. Причини і наслідки.
58. Палеоекологія Юрського періоду періоду. Особливості еволюції географічної оболонки в Юрському періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
59. Розвиток біосфери в Юрському періоді.
60. Палеоекологія Крейди. Особливості еволюції географічної оболонки в Крейді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
61. Розвиток біосфери в Крейді.
62. Розквіт покритонасінних рослин. Причини екологічного успіху покритонасінних рослин.
63. Масове Крейдове вимирання видів. Причини. Наслідки.
64. Палеоекологія Палеогенового періоду (65,5 – 23,03 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Палеогеновому періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
65. Розвиток біосфери у Палеогеновому періоді.
66. Палеоекологія Неогенового періоду (23,03 – 2,59 млн.р.т.). Особливості еволюції географічної оболонки в Неогеновому періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
67. Розвиток біосфери у Неогеновому періоді.
68. Поява дріопітеків – перших людиноподібних мавп, загальних предків для підродин гомін ін.
69. Поява сахелантропів - загального предка людини і шимпанзе.
70. Поява австралопітеків. Їх загальна характеристика. Початок виготовлення австралопітеками примитивних орудій праці.

71. Поява людини вмілої *Homo habilis* (2,4 – 1,5 млн.р.т.). Загальна характеристика людини вмілої.
72. Палеоекологія Антропогенового періоду (2.59 млн.р.т. - сьогодення). Особливості еволюції географічної оболонки в Антропогеновому періоді, зміни в літосфері, атмосфері та гідросфері.
73. Розвиток біосфери в Антропогеновому періоді.
74. Плейстоценове масове вимирання мегафауни. Причини. Наслідки.
75. Поява та загальна характеристика людини прямоходячої *Homo erectus* або архантропа
75. Поява та загальна характеристика неандертальців та кроманьйонців.
77. Поява *Homo sapiens sapiens*. Загальна характеристика.
78. Неолітична революція.

Практична робота № 1

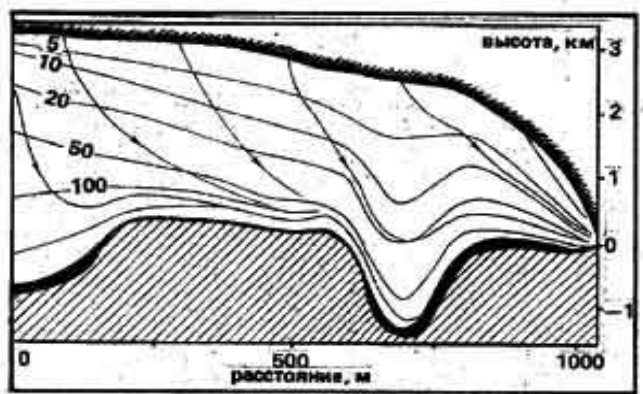
Тема: Методи визначення палеотемператур

Мета: вивчити методики встановлення палеотемператур навколишнього середовища в процесі проведення палеоекологічних досліджень зразків, що відповідають різним геологічним періодам в історії Землі.

Хід роботи

Завдання 1. Ізотопний склад льоду.

- 1) Використовуючи малюнок 1Б, проаналізуйте склад льодовикового керну зі станції Схід (Антарктида). Результати аналізу оформіть у вигляді таблиці 1.
 - 2) Який ізотопний склад води характерний для льодовикових епох (Н, В-Ф)? _____
 - 3) Який ізотопний склад води характерний для теплих міжльодовикових епох (G, А)? _____
-
- 4) Чому лід, який формується в періоди потепління клімату, містить більше важких ізотопів води порівняно з льодом льодовикових періодів? _____
-



Разрез ледникового покрова Антарктиды от станции Восток до берега моря.

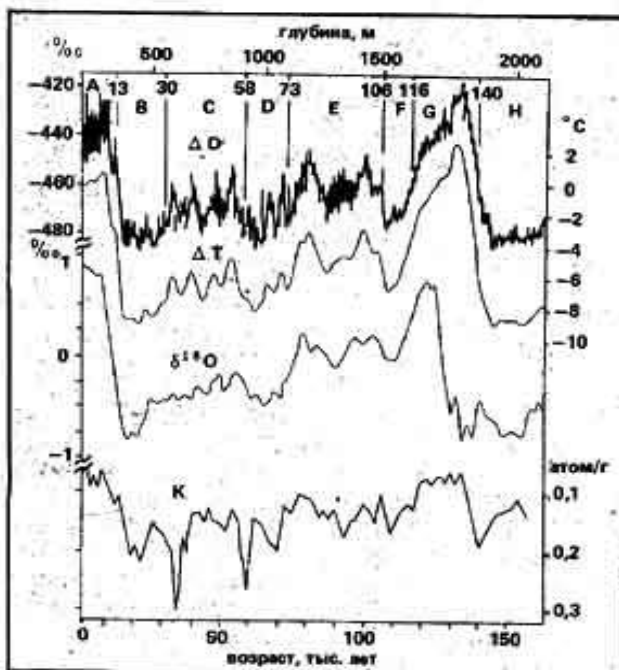


Рис. 1.

А) Розріз льодовикового покриву Антарктиди від станції Схід до берега моря.

Б) Характеристика керну зі станції Схід: ΔD - вміст дейтерію в складі льоду; ΔT - відхилення температури на поверхні льодовика від сучасного значення; $\delta^{18}O$ - відхилення вмісту важкого ізотопу ^{18}O за даними глибоководних відкладень; К - концентрація радіоактивного ізотопу берилія $^{10}Be^*$ в складі льоду. Латинськими літерами А, В, С, D, E, F, G, H - позначені кліматичні стадії, які характеризують теплі та холодні періоди: А - голоцен, G - микулінське міжльодовиків'я, В-Ф - валдайська льодовикова епоха, в якій С та Е - відносно теплі стадії, Н - остання частина дніпровської льодовикової епохи.

Таблиця 1.

Кліматична стадія:	Вік льоду в льодовиковому	Вміст важкого ізотопу: (низький ↔ високий)
--------------------	---------------------------	--

	керні, тис. років	водню (дейтерію ^2H) в льодовиковому керні	кисню ^{18}O в глибоководних відкладах
Н – частина дніпровської льодовикової епохи			
Г – микулинське тепле міжльодовиків`я			
В-Ф – валдайська льодовикова епоха			
А – голоценове тепле міжльодовиків`я			

Завдання 2. Ізотопний палеотермометер.

Кістки викопних або сучасних організмів обробляють концентрованою фосфорною кислотою. При цьому виділяється вуглекислий газ, який аналізують за допомогою мас-спектрометрії, для встановлення кількості звичайних ($M_{\text{CO}_2} = 44$) та важких ($M_{\text{CO}_2} = 47$) молекул вуглекислого газу. На підставі отриманих даних розраховують коефіцієнт R^{47}_{MEASURED} як відношення кількості важких молекул вуглекислого газу до кількості легких молекул вуглекислого газу. Потім знаходять показник Δ_{47} - як різницю між величиною R^{47}_{MEASURED} , яку було виміряно, та очікуваною величиною $R^{47}_{\text{STOCHASTIC}}$ (т.т. величиною R^{47} , яка могла би бути при випадковому поєднанні один з одним важких та легких ізотопів):

$$\Delta_{47} = (R^{47}_{\text{MEASURED}} / R^{47}_{\text{STOCHASTIC}} - 1) \cdot 1000$$

1) Використовуючи графік, наведений на малюнку 2, встановіть температуру тіла сучасних організмів і внесіть дані до таблиці 2.

2) Порівняйте отримані Вами дані з температурою, яку було виміряно за допомогою звичайного термометра (таблиця 2) _____

3) Використовуючи графік, наведений на малюнку 2, встановіть температуру тіла мамонта, якщо аналіз зубної емалі викопних рештків дав показник $\Delta_{47} = 0,587 \pm 0,011$. _____

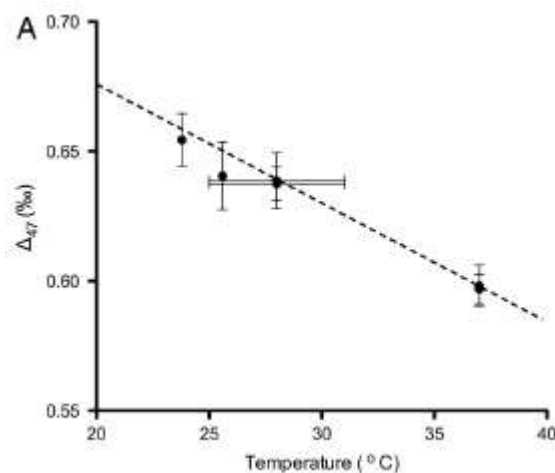


Рис. 2. Залежність між показником Δ_{47} та температурою тіла організма.

Таблиця 2. Значення показника Δ_{47} , розраховані на підставі результатів аналізу кісткової тканини сучасних організмів.

Вид організмів:	Величина показника Δ_{47} :	Температура тіла (за показником термометра)	Температура тіла за результатами аналізу показника Δ_{47}
Індійський слон	$0,596 \pm 0,008$	37°C	
Нильський крокодил	$0,638 \pm 0,006$	28°C	

Завдання 3. Річна динаміка вмісту стронцію (Sr) та кальцію (Ca) в зовнішньому скелеті коралових поліпів.

1) Використовуючи малюнок 3, вкажіть, яким є співвідношення Sr/Ca в скелеті коралових поліпів при $T = +28^{\circ}\text{C}$ та при $T = +23^{\circ}\text{C}$ _____

2) Чому при зниженні температури навколишнього середовища вміст стронцію (Sr) в скелеті коралових поліпів зростає? _____

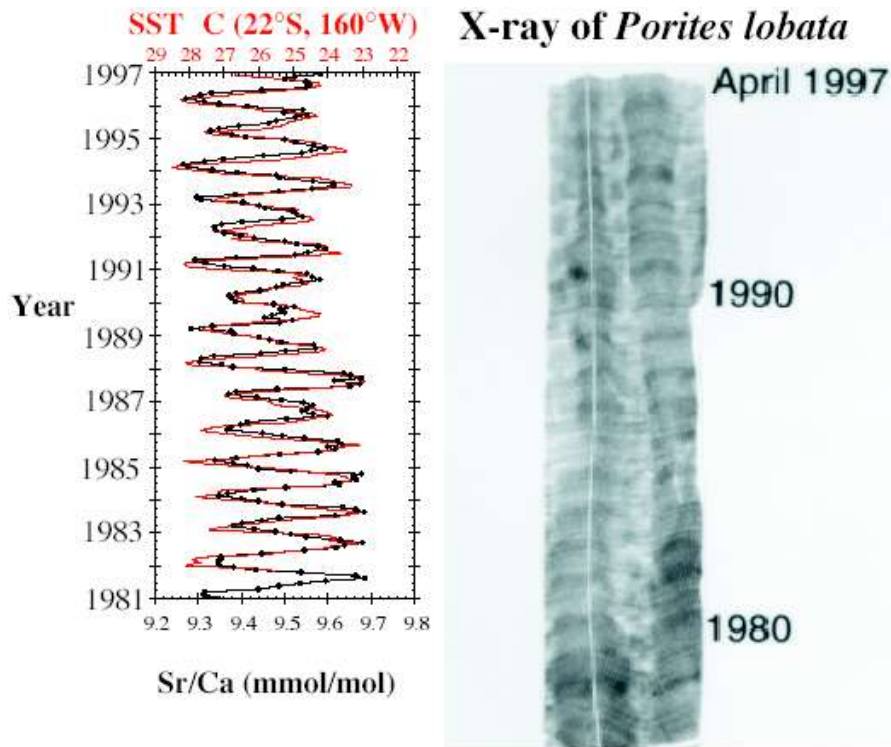


Рис. 3. Залежність співвідношення Sr/Ca в скелеті коралових поліпів *Porites lobata* від температури води.

Завдання 4. Залежність вмісту магнію (Mg) та кальцію (Ca) в кальциті зовнішнього скелету морських найпростіших форамініфер від температури навколишнього середовища.

1) Проаналізуйте малюнок 4 і вкажіть величину співвідношення Mg/Ca в скелеті форамініфер при $T = +2^{\circ}\text{C}$ та $T = +14^{\circ}\text{C}$ _____

2) Чому при підвищенні температури навколишнього середовища зростає вміст магнію (Mg) в кальциті зовнішнього скелету форамініфер? _____

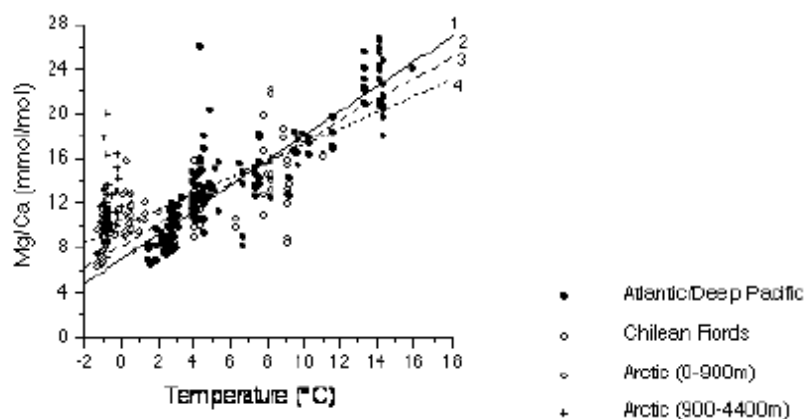


Рис. 4. Залежність співвідношення Mg/Ca в кальциті скелету морських найпростіших форамініфер від температури води.

Завдання 5. Індекс насиченості вуглеводів (U_{37}^K), які входять до складу плазматичних мембран водоростей. Довжина вуглеводного хвоста алкенонів, які продукують водорості роду *Coccolithophore*, становить 37 СН-груп. Чим холоднішими є умови життя водоростей, тим більше подвійних зв'язків у хвості алкенону; чим теплішими є умови – тим менше подвійних зв'язків і тим вище індекс насиченості вуглеводного хвоста. Індекс насиченості вуглеводного хвоста використовується для оцінки температури води, в якій мешкали водорості, і розраховується за наступною формулою:

$$U_{37}^K = C_{37:2} / (C_{37:2} + C_{37:3})$$

Де: U_{37}^K – індекс насиченості вуглеводного хвоста; $C_{37:2}$ – кількість хвостів молекул з двома подвійними зв'язками; $C_{37:3}$ – кількість хвостів молекул з трьома подвійними зв'язками.

1) Проаналізуйте графік на малюнку 5 і вкажіть значення індекса U_{37}^K при наступних температурах води: 0°C , $+12^{\circ}\text{C}$, $+28^{\circ}\text{C}$ _____

2) Чому при підвищенні температури води зростають значення індекса U_{37}^K ? _____

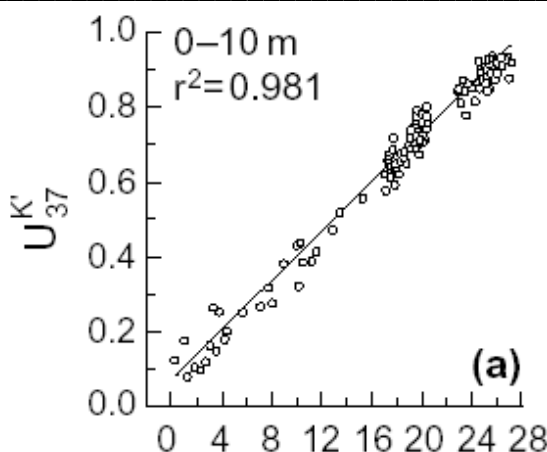


Рис. 5. Індекс насиченості алкенонів, які входять до складу плазматичної мембрани водоростей, що мешкають в Атлантичному океані.

Контрольні запитання:

1. Палеотермометри, основані на аналізі розподілу хімічних елементів в зовнішніх скелетах викопних коралів
2. Палеотермометри, основані на аналізі розподілу хімічних елементів в зовнішніх скелетах найпростіших форамініфер.
3. Палеотермометри, основані на аналізі насиченості вуглеводневих хвостів ліпідів в рештках викопних водоростей.
4. Визначення прижиттєвої температури тіла викопних організмів за допомогою ізотопної мас-спектрометрії компонентів їх кісткового скелету.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Боуєи Р. Палеотемпературный анализ. М., 1969.

Додаткова література:

1. Тейс Р.В., Найдин Д.П. Палеотермометрия и изотопный состав кислорода органогенных карбонатов. М., 1973.
2. Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1979.

**Тема: Використання показника фракціонування стабільних ізотопів
в палеоекологічних дослідженнях**

Мета: вивчити методики використання показника ізотопного фракціонування для визначення природних умов в різних геологічних періодах (зокрема, для встановлення наявності життя, присутності кисню в навколишньому середовищі, для визначення прижиттєвих шляхів міграції та трофічних ланцюгів викопних організмів, тощо).

Хід роботи

Завдання 1. Ізотопне фракціонування кисню в дослідженнях палеотемператур давніх епох.

1) На малюнку 1 Б представлені результати аналізу ізотопного складу кисню в раковинах викопних найпростіших форамініфер. Використовуючи дані, наведені на малюнку 1, вкажіть значення показника ізотопного фракціонування кисня-18 ($\delta^{18}\text{O}$) в різні часові відрізки Антропогенного періода. Отримані дані внесіть до таблиці 1.

2) На малюнку 1 В представлена реконструкція значень палеотемператур за останні 400 тис. років, отримана на підставі результатів ізотопного аналізу льодовикового керну з Антарктичної станції «Схід». Використовуючи інформацію, наведену на малюнку 1 В, встановіть, які середньорічні температури навколишнього середовища відповідали даним часовим проміжкам. Отримані дані внесіть до таблиці 1.

3) Яку можливо виявити залежність між величинами $\delta^{18}\text{O}$, отриманими під час аналізу ізотопного складу раковин викопних форамініфер, та середньорічними значеннями температур навколишнього середовища, отриманими при аналізі льодовикового керну? _____

4) Чому в епохи зледеніння – значення показника $\delta^{18}\text{O}$ в раковинах форамініфер зростали? _____

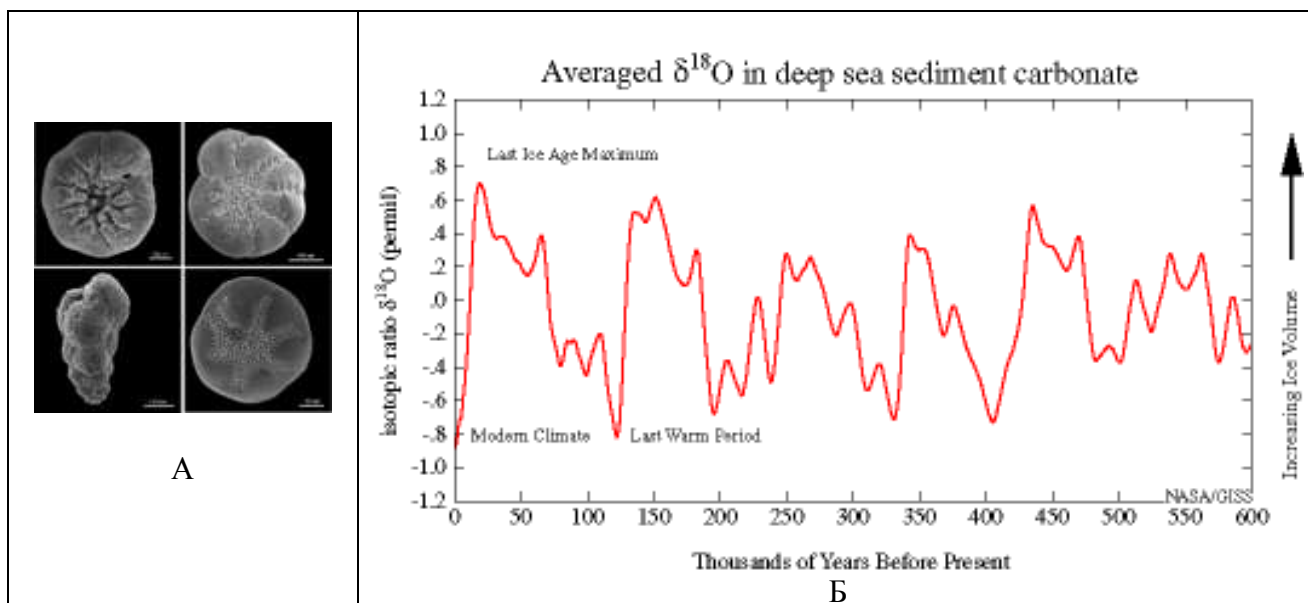


Рис. 1. А - Раковини найпростіших форамініфер. Б – Значення показника ізотопного фракціонування кисню $\delta^{18}\text{O}$ (в промілях, ‰) в раковинах викопних форамініфер за останні 600 тис. років. Накопичення важкого ізотопу кисню в раковинах форамініфер відповідає періодам похолодання кліматичних умов на Землі за останні 600 тис. років.

Таблиця 1.

Час, тис.р.т.:	Середньорічні температури, отримані на підставі ізотопного аналізу льодовикового керну	Показник ізотопного фракціонування кисню в раковинах викопних форамініфер
25 тис.р.т.		
125 тис.р.т.		
150 тис.р.т.		
325 тис.р.т.		

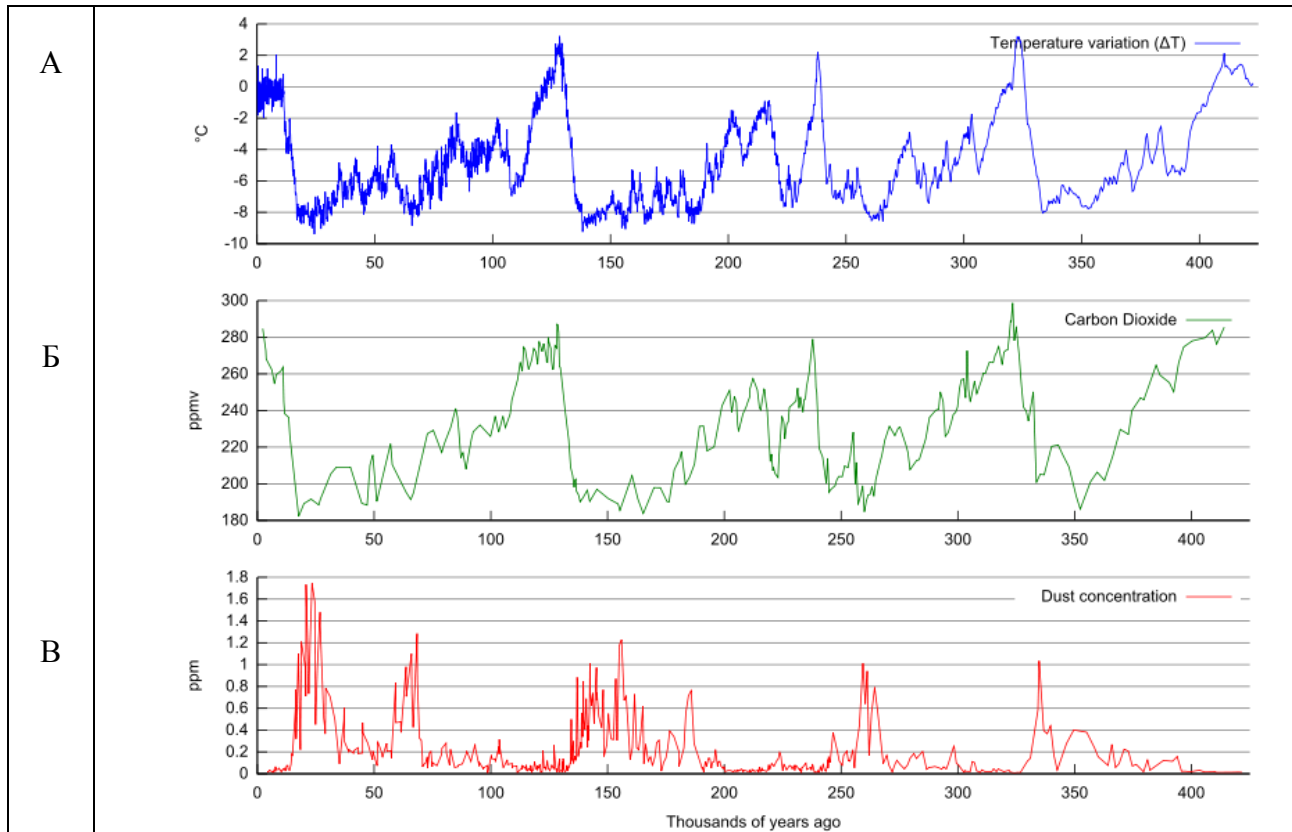


Рис. 1 В. Результати дослідження льодовикового керну, який сформувався в різний геологічний час. Антарктида, станція «Схід». А – крива температур, отримана на підставі аналізу ізотопного складу кисню льодовикового керну, °С; Б – концентрація вуглекислого газу, ppm; В – концентрація пилу, ppm. Де: по осі ОХ – геологічний час, тис.р.т.; по осі ОУ – концентрація одного з досліджуваних факторів.

Завдання 2. Ізотопне фракціонування молібдену в дослідженнях рівня оксигенації Світового океану в різні періоди існування Землі.

Проаналізуйте дані, наведені на малюнку 2, і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Як розрахувати показники $\delta^{98}\text{Mo}$ та $\delta^{13}\text{C}$? _____

- 2) Як змінилась величина ізотопного фракціонування молібдену $\delta^{98}\text{Mo}$ в доних відкладеннях раннього юрського періода наприкінці інтервалу 1 Тоарського ярусу? _____
- 3) Про які процеси, що відбувались в Світовому океані в означений період часу, це свідчить? _____

- 4) Яким бул рівень насиченості киснем Світового океану в періоди, що відповідають 2-4 інтервалам Тоарського ярусу? _____
- 5) Чому в інтервалі 2, мало місце значне накопичення органічних речовин в доних відкладеннях (показник ТОС – Total Organic Carbon, %)? _____

6) Падіння значень $\delta^{13}\text{C}$ в доних відкладеннях в цей період пов'язують з появою великої кількості метану. Що є джерелом надходження метану в навколишнє середовище? _____

7) Поясніть причину масового вимирання живих організмів в ранній Юрі _____

8) Якими є можливі причини аноксії (відсутності кисню) Світового океана в ранній Юрі? _____

9) Чому за умов аноксичності Світового океану в доних відкладеннях накопичуються важкі ізотопи молібдену? _____

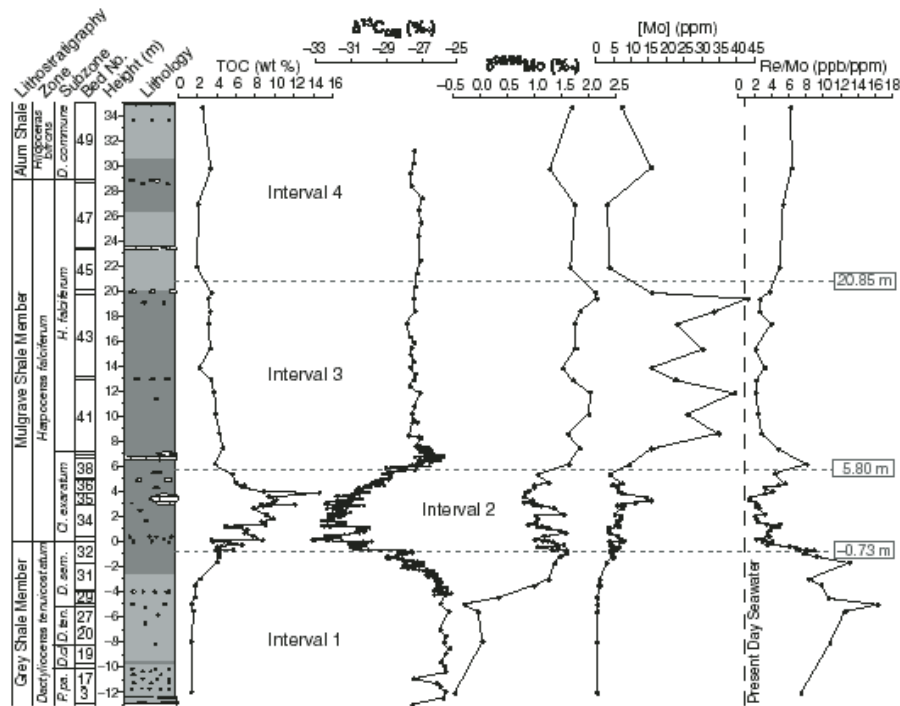


Рис. 2. Динаміка ізотопного фракціонування молібдену $\delta^{98}\text{Mo}$ та вуглецю $\delta^{13}\text{C}$, а також загального рівня накопичення вуглецю (ТОС, %) в доних відкладах раннього юрського періода (Тоарський ярус) (від більш давнього інтервалу 1 (182,7 млн.р.т.) до інтервалу 4 (174,1 млн.р.т.).

Завдання 3. Ізотопне фракціонування хімічних елементів в дослідженні шляхів міграції викопних організмів та умов їх існування.

Використовуючи дані, наведені на малюнку 3, дайте відповіді на наступні запитання:

1) Чи відбувались зміни величини показника ізотопного фракціонування вуглецю $\delta^{13}\text{C}$ в емалі зубів мамонтів протягом року? _____

2) З якими факторами може бути пов'язана така динаміка показника $\delta^{13}\text{C}$? _____

3) Аналіз показника $\delta^{87}\text{Sr}$ в емалі зубів мамонтів виявив суттєві зміни рівня фракціонування ізотопів стронцію протягом року. Про що свідчить цей факт? _____

4) Відомо, що під час харчування тварини:

- рослинами з C4 типом фотосинтеза – в організмі тварини показник $\delta^{13}\text{C} < 0 \text{ ‰}$;
- при змішаному типі харчування рослинами з C3 + C4 типами фотосинтезу - $\delta^{13}\text{C} = - 8 \text{ ‰} - 0 \text{ ‰}$;
- при харчуванні рослинами з C3 типом фотосинтезу - $\delta^{13}\text{C} < - 8 \text{ ‰}$.

Використовуючи дану інформацію, вкажіть, який тип харчування був характерним для мамонтів протягом року? _____

5) Як розрахувати показник $\delta^{18}\text{O}$? _____

6) Як і чому змінюється ізотопний склад води влітку та взимку? (літо $\delta^{18}\text{O} = 26,2 \text{ ‰}$, зима $\delta^{18}\text{O} = 21,5 \text{ ‰}$) _____

7) Наприкінці плейстоцену (11500 – 10900 років тому) в Північній Америці відбулось масове вимирання мегафауни, і, зокрема, мамонтів. Це вимирання співпало зі значними змінами клімату. Виходячи з даних про тип фотосинтеза у рослин, якими харчувались мамонти, вкажіть якими були кліматичні умови на території існування мамонтів на момент їх масового вимирання. Який кліматичний фактор спровокував вимирання мамонтів, якщо відомо, що в період 50 000 – 13 000 років тому клімат був вологим? _____

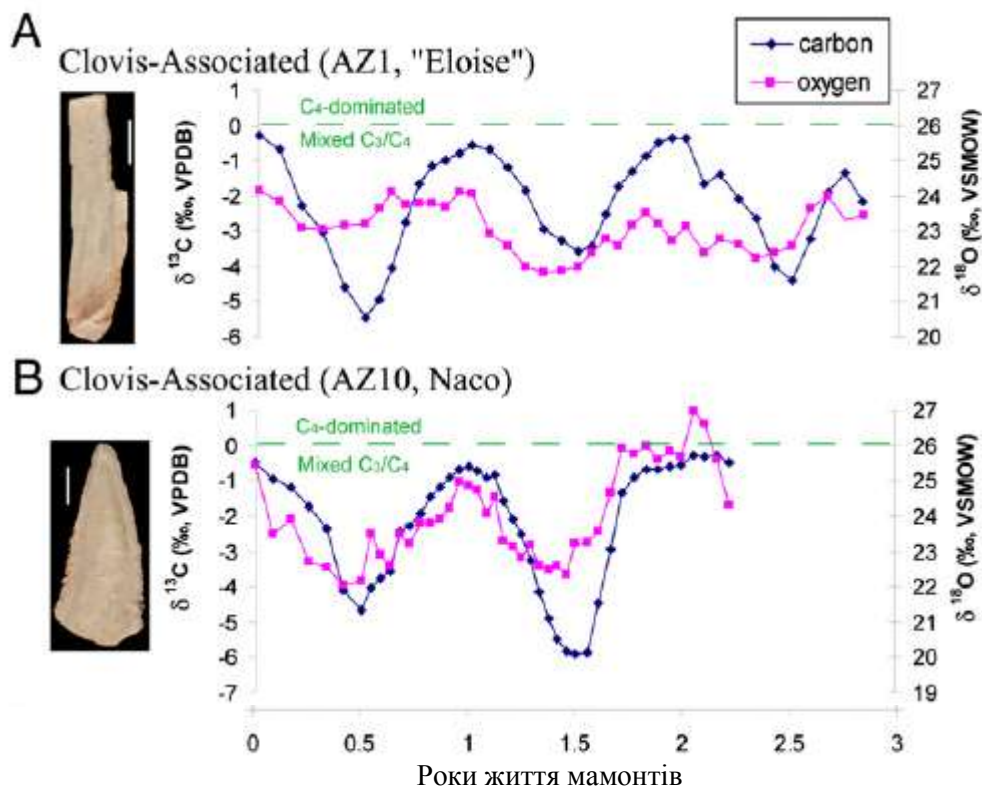


Рис. 3. Сезонні особливості ізотопного фракціонування вуглецю $\delta^{13}\text{C}$ та кисню $\delta^{18}\text{O}$ в емалі зубів викопних мамонтів.

Контрольні запитання:

1. Ізотопи хімічних елементів. Ізотопна мас-спектрометрія зразків.
2. Розрахунки показника ізотопного фракціонування стабільних хімічних елементів.
3. Мас-залежне та мас-незалежне фракціонування стабільних ізотопів хімічних елементів.
4. Фактори що впливають на розподіл стабільних ізотопів хімічних елементів в природних компонентах.
5. Використання методу в палеоекологічних дослідженнях.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.

Додаткова література:

1. Тейс Р.В., Найдин Д.П. Палеотермометрия и изотопный состав кислорода органогенных карбонатов. М., 1973.
2. Ушаков С.А., Ясаманов Н.А. Дрейф материков и климаты Земли. – М.: Мысль, 1984. – 206 с.

Практична робота № 3

Частина 1. Тема: Палеоекологія Катархейської ери (4,6 – 4,0 млрд.р.т).

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Катархейській ері.

Хід роботи

Завдання 1. Виконайте наступні завдання.

1) Намалюйте схему обертання Сонячної системи навколо центра нашої Галактики (Рис. 1Б):

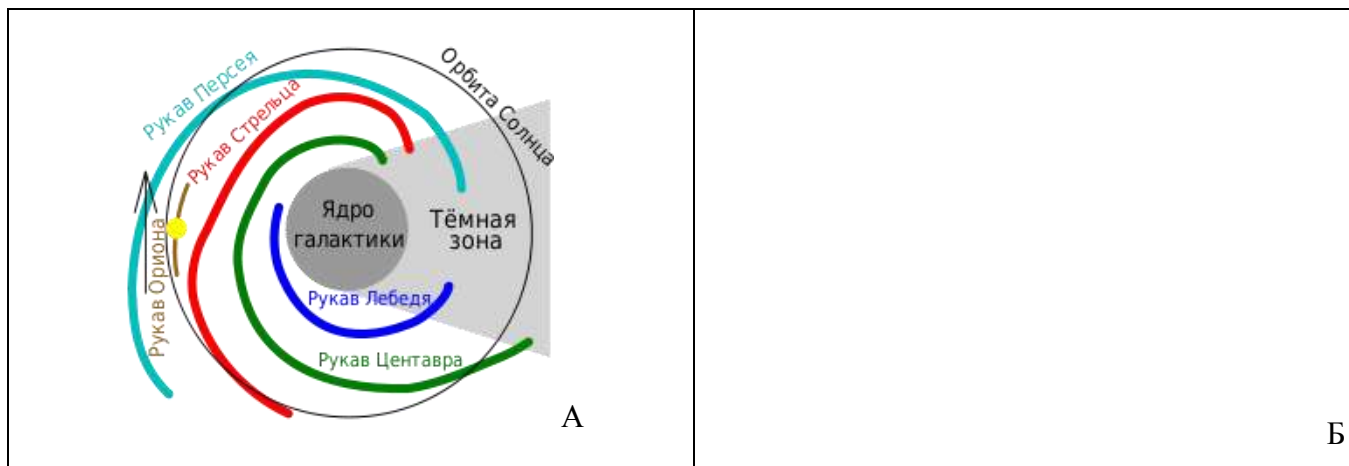


Рис. 1. А - рукава галактики Чумацький шлях; Б – схема обертання Сонячної системи навколо центра галактики Чумацький шлях.

2) Що таке Галактичний рік? _____

3) Якою є приблизна тривалість Галактичного року? _____

4) Що таке Галактична зима? _____

5) Скільки Галактичних зим буває протягом галактичного року? _____

6) Як змінюються умови на Землі під час Галактичної зими? _____

7) За яких умов Галактична зима в Сонячній системі буває дуже суворою? _____

8) Чому такі суворі Галактичні зими повторюються досить рідко? _____

9) Земля отримала спутник Місяць приблизно 4,5 млрд.р.т. під час проходження Сонячної системи крізь рукав Орiona. Яким є можливий механізм придбання супутника Землею? _____

10) Як і чому вплинула поява супутника Місяць на швидкість обертання Землі навколо своєї вісі? _____

11) Чому в геологічному летопису Землі відсутні данні про осадові породи Катархейського періода? _____

12) Яка причина розплавлення наприкінці Катархею мантиї Землі і погребіння осадкових порід, сформованих у період 4,6 – 4,0 млрд. років тому, є найбільш вірогідною? _____

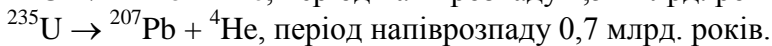
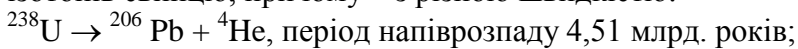
Завдання 2. Дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Яким є приблизно вік Всесвіту? _____
- 2) Яким є приблизно вік Сонячної системи? _____
- 3) Як сформувалась Земля як планета? _____
- _____
- _____

4) Всередині кристалів циркону, віком 3,5 млрд. років, були знайдені більш давні циркони, вік яких становить 4,4 млрд.р. За допомогою якого методу був встановлений вік кристалів циркону? _____

5) Розгляньте кришталі циркону, відібрані на місці їх формування, і кришталі циркону, віком 4,4 млрд. років, виявлені всередині більш молодих кристалів циркону (Рис. 2). Про що свідчать особливості зовнішньої будови Катархейських цирконів? _____

6) Усі мінерали циркону містять два різних ізотопи урану, які при розпаді утворюють пару різних ізотопів свинцю, причому – з різною швидкістю:



Під час іонного мікрозондування всередині мінералу циркону віком 3,7 млрд. років був знайдений циркон, в якого співвідношення вмісту свинцю-206 до урану-238 дорівнює 68 одиниць, а співвідношення вмісту свинцю-207 до урану-235 дорівнює 0,96 одиниць. Використовуючи графік, наведений на малюнку 3, встановіть вік давнього циркону _____

7) До складу мінерала циркона (силікат цирконія, ZrSiO_4) входять атоми кисню. Використовуючи гістограму, наведену на малюнку 4, дайте відповіді на наступні запитання:

а) Як розрахувати показник ізотопного фракціонування кисню $\delta^{18\text{O}}$? _____

б) Вкажіть значення показника ізотопного фракціонування кисню, $\delta^{18\text{O}}$:

- для мінералів циркону, сформувавшись в мантії Землі:

$\delta^{18\text{O}}$ для цирконів мантії землі = _____

- для мінералів циркону з Джек-Хілз (Західна Австралія), вік яких перевищує 4 млрд. років:

$\delta^{18\text{O}}$ для цирконів Джек-Хілз, Катархей = _____

в) Чому циркони, які сформувались в мантії землі, мають показник ізотопного фракціонування кисню-18 ($\delta^{18\text{O}}$) нищий, порівняно з цирконами, які сформувались на поверхні землі в прохолодному вологому середовищі? _____

8) Показник ізотопного фракціонування кисню $\delta^{18/16\text{O}}$, розрахований на підставі результатів ізотопної мас-спектрометрії кристалів циркону, показав, що циркони, віком 4,4 млрд.р. формувались у присутності води і при помірних температурах. Крім того, всередині цирконів були виявлені кристали кварцу, які формуються тільки під час застигання магми в межах континентальних, але не океанічних плит. Що Ви можете сказати про клімат та рельєф Катархею, на підставі отриманих даних? _____

9) Всередині цирконів віком 4,2 млрд.р. були виявлені мікроалмази. Співвідношення ізотопів вуглецю в цих мікроалмазах свідчить про їх біогенне походження. Про що свідчить дане відкриття? _____

10) Що таке «фосілії»? _____

11) Чи відомі фосілії Катархейської ери? Чому? _____

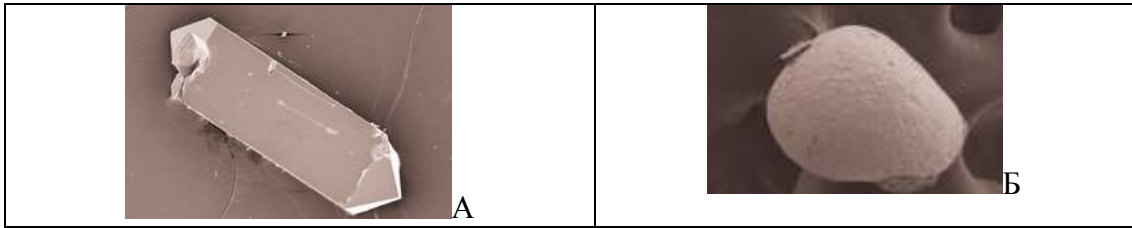


Рис. 2. Зовнішня будова кристалів циркону: А – кристали цирконів, знайдених поблизу місць їх утворення, зберігають гострі края і гладкі грані; Б - округла форма цирконів з Джек-Хіллз, виявлена за допомогою скануючого електронного мікроскопу, свідчить про те, що вітер і вода переносили кристали на значні відстані крізь широкі простори континентів.

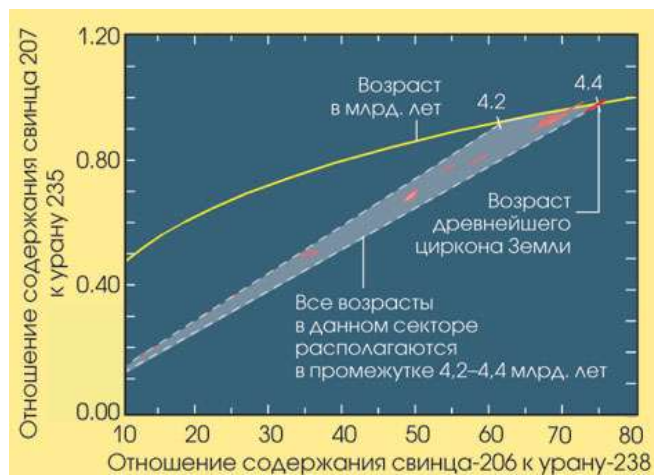


Рис. 3. Графік залежності віку мінералів від співвідношення вмісту свинцю-206 до урану-238 та співвідношення вмісту свинцю-207 до урану-235.

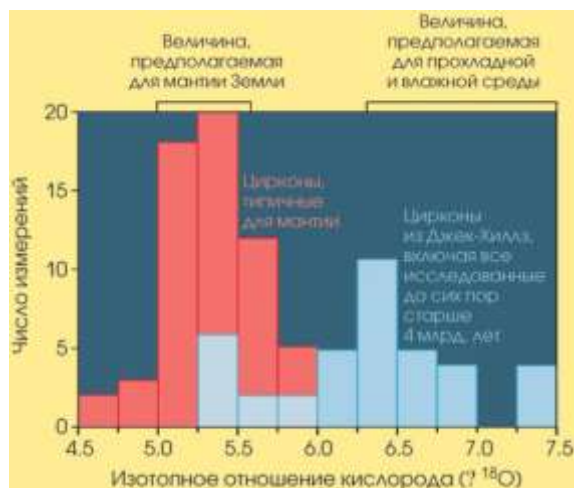


Рис. 4. Значення показника ізотопного фракціонування кисню-18 (δ^{18O}) для мінералів циркону, сформувавшихся в різних умовах кристалізації.

Контрольні запитання:

1. Поняття «фосілії», «фосілізація».
2. Радіоізотопний метод виявлення віку порід та часу формування фосілій.
3. Гіпотези утворення Всесвіту, Сонячної системи, Землі.
4. Поняття «Галактичний рік». Причини відсутності інформації про Катархей в геологічному літопису Землі.

5. Використання методу ізотопного фракціонування в палеоекологічних дослідженнях Катерхею. Умови на Землі в Катархеї, встановлені на підставі ізотопного аналізу мінералів цирконів.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Борукаев Ч.Б. Структура докембрия и тектоника плит. Новосибирск, 1985.
2. Докембрий континентов: В 6 кн. Новосибирск, 1975 – 1977.

Практична робота № 3

Частина 2. Тема: Палеоекологія Архейської ери (4,0 – 2,5 млрд.р.т.)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Архейській ері.

Хід роботи

Завдання 1. Проаналізуйте дані, наведені на рис. 1, і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Яка температура була на Землі на початку Архейської ери (3,9 млрд.р.т.)? _____
- 2) Як і чому змінилась температура на Землі в середині Архейської ери? _____

3) Чому, незважаючи на слабке світіння молодого Сонця (червоний клас світіння, на 25-30% менше сучасного рівня світіння), в Архейську еру спостерігались найбільш високі температури в історії Землі? _____

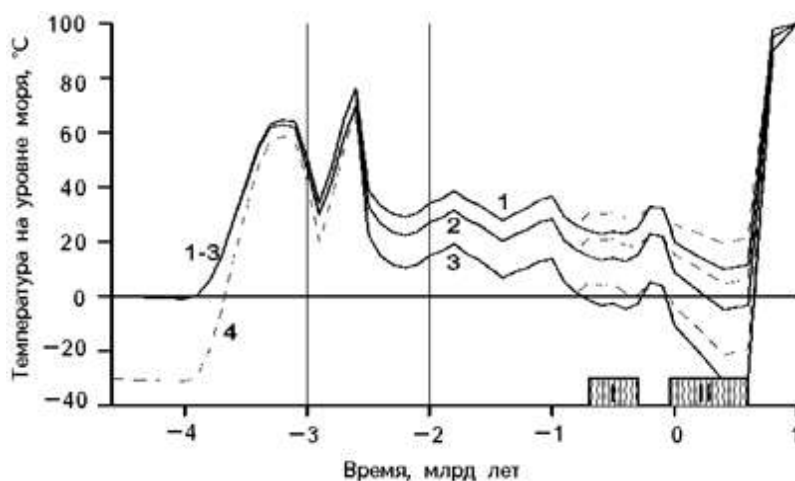


Рис. 1. Еволюція температури Світового океана: на екваторі (1); в океанах (3), середня (2); на полюсах Землі (4), пунктиром зправа над кривими 1–3 показані температури під час міжльодовикових стадіальнів. I і II – ери зледеніння полярних океанічних басейнів.

Завдання 2. Парадокс слабкого Архейського Сонця. Використовуючи дані, наведені на малюнку 2, дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Вкажіть, яким був рівень сонячного світіння на початку і на прикінці Архейської ери _____
- 2) Розрахуйте, на скільки відсотків світніть Сонця була нищою в Архейській ері порівняно з сучасним рівнем _____

3) Внесіть до таблиці середні розрахункові значення температури поверхні Землі для різних рівней світності Сонця _____

NB! Зверніть увагу! На графіку наведені розрахункові значення середніх температур поверхні Землі, розраховані для сучасного складу атмосферних парникових газів (CO_2 і H_2O).

Перевод температури з градусів Кельвіна в градуси Цельсія: $273^{\circ}\text{K} = 0^{\circ}\text{C}$

Таблиця 1.

Геологічний час:	Середні розрахункові значення температури поверхні Землі:	
	$^{\circ}\text{K}$	$^{\circ}\text{C}$
Початок Архею, 4,0 млрд.р.т.		
Кінець Архею, 2,5 млрд.р.т.		
Сьогодні, 0 років		

4) Використовуючи малюнок 1 і таблицю 1, вкажіть, як відрізняються розраховані середні значення температури поверхні Землі від реальних геологічних даних (Рис. 1). _____

5) Чому розрахункові дані дали менші значення середніх температур поверхні Землі порівняно з реальними температурами? _____

6) За яких умов слабке архейське Сонце могло забезпечити такі високі середні значення температури поверхні Землі в Археї? _____

7) Що таке «парниковий ефект»? _____

8) Перерахуйте парникові гази атмосфери: _____

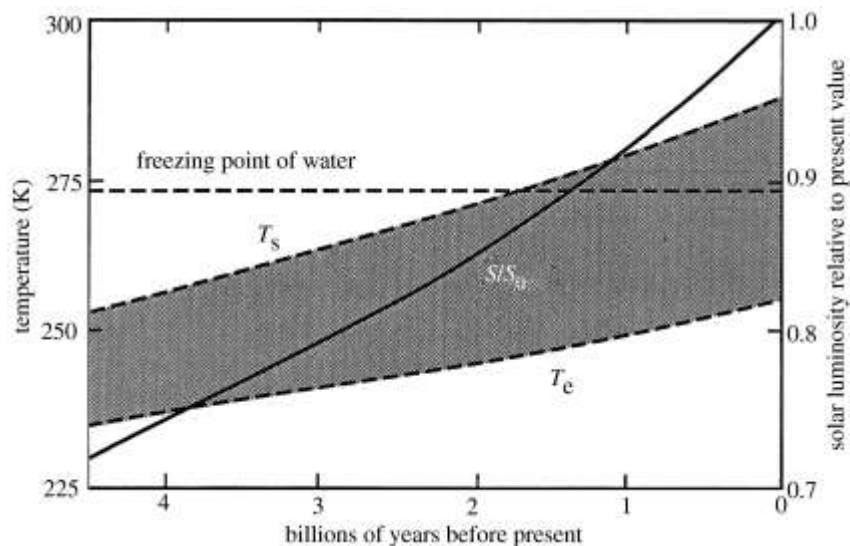


Рис. 2. Світність Сонця в різні геологічні епохи (порівняно з сучасним рівнем світності) і середні розрахункові значення температури поверхні Землі (T_s) для різних рівней світності Сонця (розраховані для сучасного складу атмосферних парникових газів – CO_2 і H_2O). Де: по осі ОХ – геологічний час, млрд.р.; по осі ОУ – рівень світності Сонця порівняно з сучасними значеннями (права шкала); середні розрахункові температури, $^{\circ}\text{K}$ (ліва шкала). Суцільна крива – середні значення світності Сонця; пунктирна крива T_s – розрахункова середня температура поверхні Землі, $^{\circ}\text{K}$; пунктирна крива T_e – середня розрахункова температура теплового випромінювання Землі; freezing point of water – точка замерзання води.

Завдання 3. На малюнку 3 представлені перші відомі на сьогоднішній день фосилії живих організмів, які датуються 3,8 млрд.р.т.

1) Чому, не зважаючи на те, що перші достовірні фосилії живих організмів датуються 3,8 млрд.р.т., загально визнаним вважається те, що життя на Землі з'явилося не пізніше 4,0 млрд.р.т.? (т.т. на 200 млн.р. раніше!) _____

2) До якого надцарства відносяться виявлені найдавніші живі організми? _____

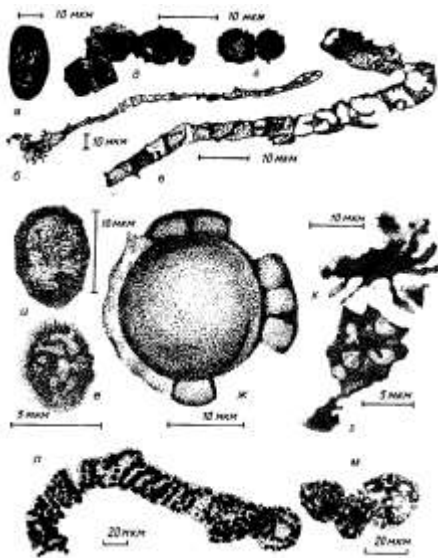


Рис. 3. Вископні прокаріоти і еукаріоти Архейської та Протерозойської ер: а – найдавніший з відомих організмів, 3,8 млрд.років; б-г - бактерії та цианобактерії, 3,5 млрд.років; г – бактерії та цианобактерії, 2,5 млрд.років; е-к – прокаріоти і еукаріоти, 2 млрд.років; л – *Spirillopsis*, нитчасті сірні бактерії, кінець Протерозою, Венд; м – щільні оболонки нез'ясованого систематичного положення, Венд.

Завдання 4. Вивчіть схему будови Архейського строматоліту (Рис. 4.) і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Коли в історії розвитку життя на Землі з'явилися перші строматоліти? _____
- 2) З яких організмів складається суперколонія-строматоліт? _____
- 3) Чому строматоліти називають найдавнішою екосистемою? _____
- 4) Чи може бути стійкою екосистема, яка складається:
 - а) тільки з організмів-продуцентів? Чому? _____
 - б) тільки з організмів-консументів? Чому? _____
 - в) чи правильним є ствердження, що «... життя на Землі сформувалося одразу у вигляді екосистем...»? _____

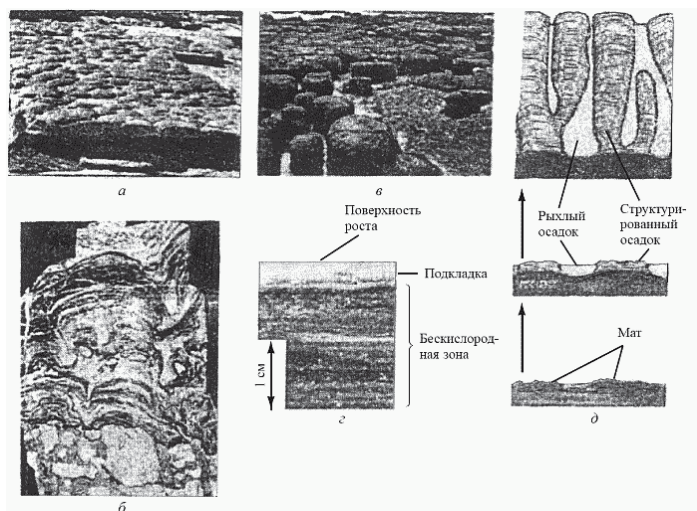


Рис. 4. Мати і строматоліти, сучасні і вископні: а – вископні строматоліти, загальний вигляд; б – вископні строматоліти в розрізі; в – сучасні строматолітові споруди в Шарк-Бей, Австралія; г – поперечний розріз мата; д – утворення строматоліту (схема).

Завдання 5. Вивчіть схему розташування континентів наприкінці Архейської ери (Рис. 5).

- 1) Коли в історії Землі відбулось підняття континентів? _____
- 2) До яких наслідків це призвело? _____

3) Як таке розташування континентів (Рис. 5) могло вплинути на кліматичні умови на Землі наприкінці Архейської ери? _____

4) Що таке «тіліти»? _____

5) Про що свідчить виявлення тіллітів в центрі Моногеї наприкінці Архейської ери? _____

6) Чому в Протерозойській ері розташування континентів змінилось? _____

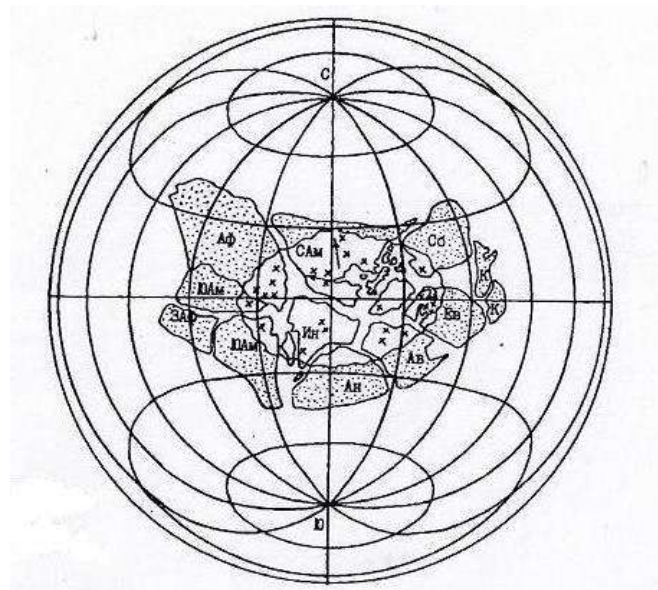


Рис. 5. Моногея. Реконструкція суперматерика Моногеї, кінець Архею – початок Протерозою, 2,5 - 2,4 млрд.р.т. Ав – Австралія; САМ і ЮАМ – Північна та Південна Америки; Ан – Антарктида; ЗАф – Західна Африка; Аф – Африка; Ев – Європа; Ин – Індія; К – Північний та Південний Китай; Сб – Сибір. X – зона в центрі Моногеї, в межах якої були виявлені тіліти.

Завдання 6. Киснева катастрофа.

1) Що таке «киснева катастрофа»? _____

2) Коли відбулась киснева катастрофа? (див. рис. 6). _____

3) Перерахуйте джерела кисню в навколишньому середовищі: _____

4) Чому наприкінці Архейської ери різько підвищився вміст кисню в навколишньому середовищі? _____

5) До яких наслідків для живих організмів призвела киснева катастрофа? _____

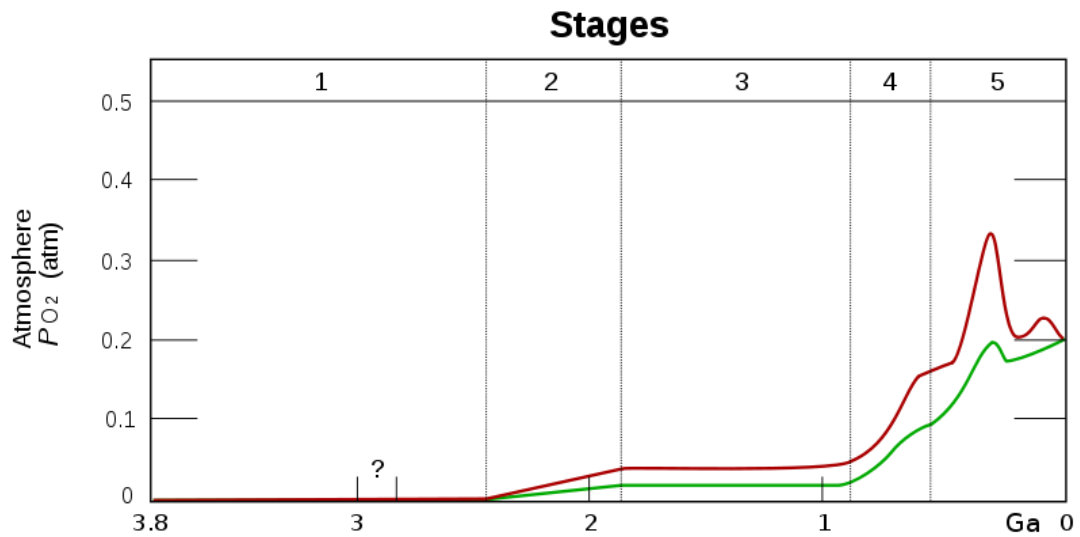


Рис. 6. Вміст кисню в атмосфері Землі. Стадія 1 (3,85 – 2,45 млн.р.т.) – кисень практично відсутній в атмосфері; стадія 2 (2,45 – 1,85 млн.р.т.) – кисень продукується, проте абсорбується океаном і гірськими породами; стадія 3 (1,85 – 0,85 млн.р.т.) – кисень починає виходити з океану, але абсорбується наземними породами; стадія 4 (0,85 млн.р.т. - сьогодні) – кисень починає накопичуватись в атмосфері. По осі ОХ – вік Землі, млрд. років; по осі ОУ – тиск кисню, атмосфери.

Контрольні запитання:

1. Кліматичні умови на Землі в Археї. Причини високих температур в навколишньому середовищі в Архейській ері.
2. Гіпотези походження життя на Землі. Докази походження усіх сучасних організмів від спільного предка.
3. Одиночні і колоніальні прокариоти Архейської ери. Строматоліти.
4. Архейська генна революція. Причини та наслідки.
5. Підняття ядер континентів. Формування суперматерика Монгоєї. Причини квазіперіодичної зборки/розборки суперконтинентів в історії Землі.
6. Методи встановлення взаємного розташування континентів в давні епохи: радіоізотопні, геохімічні, палеомагнітні, палеонтологічні.
7. Пізньоархейська киснева катастрофа: причини та наслідки.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Борукаев Ч.Б. Структура докембрия и тектоника плит. Новосибирск, 1985.
2. Докембрий континентов: В 6 кн. Новосибирск, 1975 – 1977.

Практична робота № 4

Тема: Палеоекологія Протерозойської ери (2,5 млрд.р.т. – 542 млн.р.т.)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Протерозойській ері.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть схему розташування континентів в різні геологічні періоди Протерозойської ери (Рис. 1 А) і дайте відповіді на наступні запитання:

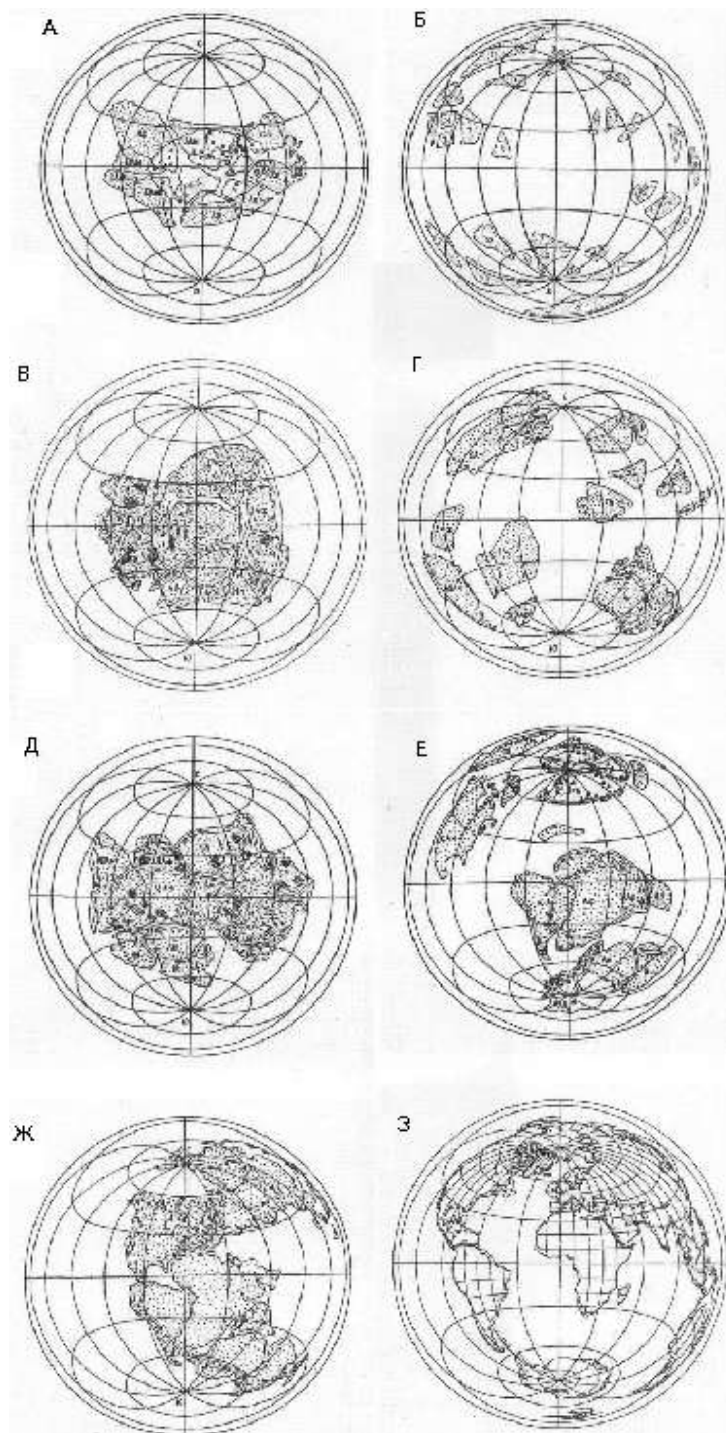


Рис. 1 А. Палеореко́нструкція положення континентів і океанів в проекції Ламберта: А – Моногея, 2,6 млрд. р.т.; Б – розпад Моногеї, 2,1 млрд.р.т.; В – Мегагея Штілле, 1,8 млрд.р.т.; Г – розпад Мегагеї, 1,6 млрд.р.т.; Д – Мезогея, 1,0 млрд.р.т.; Е – розпад Мезогеї на Лавразію і Гондвану, 750 млн.р.т.; Ж – Пангея Вегенера, 200 млн.р.т.; З – сучасне розташування континентів і океанів.

- 1) Коли відбулось підняття над поверхнею океану ядер континентів? _____
- 2) Чому на початку Протерозойської ери окремі континенти сформували суперматерик Моногею?

Якою є причина руху континентальних плит? _____

3) Через який проміжок часу на поверхні Землі формуються суперконтиненти? (вказіть тривалість квазіциклів формування/розпаду суперматериків в геологічній історії Землі) (для відповіді на це питання вивчіть схеми на малюнках 1 А).

4) Чому суперматерики достатньо швидко (за геологічними мірками) розпадаються? Для відповіді на це питання використайте схему на рис. 1 Б.

5) Перерахуйте, за допомогою яких методів геологи і палеонтологи реконструюють розташування континентів в давні геологічні епохи?

б) Як впливає взаємне розташування континентів на кліматичні умови на Землі?

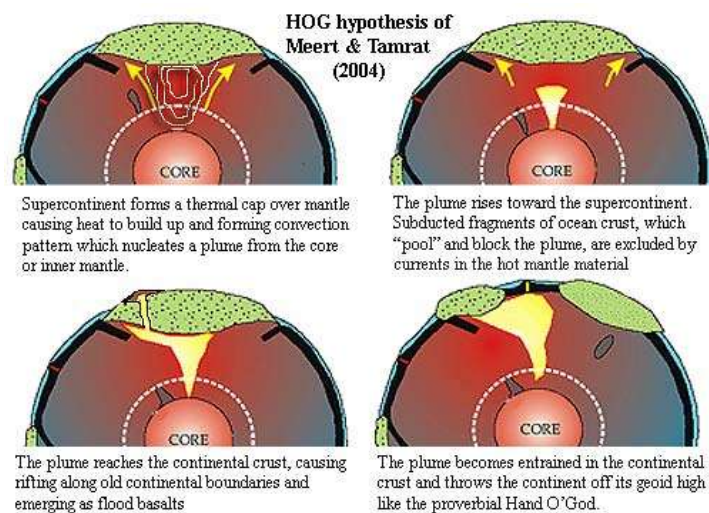


Рис. 1 Б. Схема, яка відображає індукцію суперконтинентами процесів саморуйнування.

Завдання 2. Приблизно 2,4 млрд.р.т. розпочалось одне з найтриваліших (300 млн.р.) зледенінь на Землі – Гуронське зледеніння:

1) Що таке «тілліти»? Як за допомогою тіллітів можливо виявити зледеніння давніх континентів?

2) Перерахуйте фактори, які впливають на розвиток зледенінь на Землі:

- а) _____
- б) _____
- в) _____
- г) _____
- д) _____
- е) _____
- ж) _____
- з) _____
- и) _____

3) Вкажіть причини початку Гуронського зледеніння _____

4) Чому в Гуронську епоху знизилась концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі? (див. рис. 2). _____

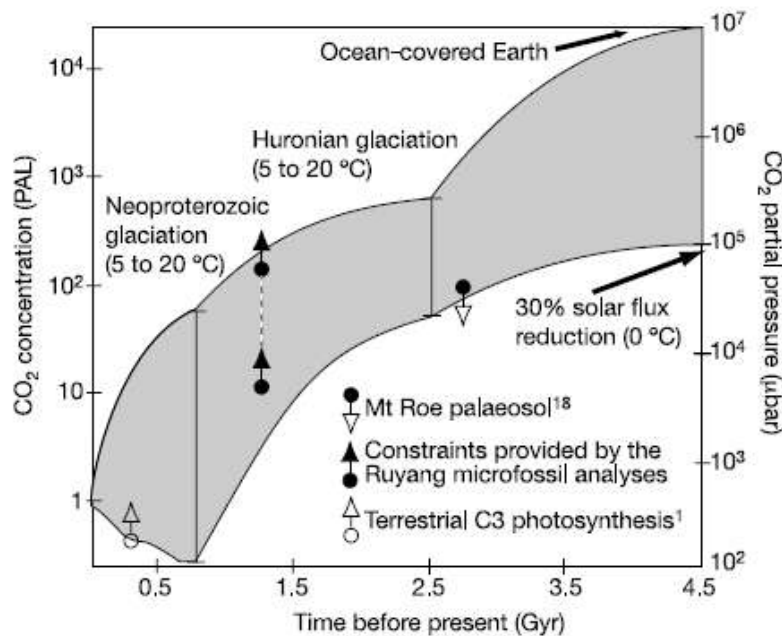


Рис. 2. Концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі. По осі ОХ – геологічний час, млрд.років; по осі ОУ – концентрація вуглекислого газу.

5) Чому в Гуронську епоху підвищилась концентрація кисню в навколишньому середовищі? _____

6) Чому саме Гуронською та Постгуронською епохами датується основне осадження залізозмісних руд – джеспелітів? _____

7) До яких наслідків для біоти призвело зростання концентрації кисню в навколишньому середовищі? _____

Завдання 3. Епоха Постгуронського потепління.

1) Вкажіть причини завершення Гуронського зледеніння _____

2) Вкажіть наслідки льодовикових епох для розвитку життя на Землі _____

3) Якими були наслідки Гуронського зледеніння для біоти? _____

4) Вивчіть представників перших багатоклітинних еукаріот, з'явившихся в Протерозойську еру в інтервалі 2,1 – 1,03 млрд.р.т. (Рис. 3), і дайте відповіді на наступні запитання:

а) які механізми формування багатоклітинних організмів Вам відомі? _____

б) який з цих механізмів забезпечує формування справжньої багатоклітинності? _____

в) чому багатоклітинні еукаріотичні організми з'явилися лише в Протерозої, тоді як одноклітинні еукаріоти відомі з Архею? _____

г) чи спроможні прокаріоти сформувати багатоклітинні організми? _____

д) чому на базі прокаріотичних організмів багатоклітинність не отримала такого широкого розповсюдження? _____

е) які переваги отримали багатоклітинні організми порівняно з одноклітинними організмами? _____

ж) відомо, що багатоклітинні організми з'являлись в історії Землі неодноразово і, як правило, ці події були пов'язані з завершенням льодовикових епох. Як Ви вважаєте, чому? _____

з) чому вважають, що протерозойські багатоклітинні організми, які з'явилися в геологічному літопису в інтервалі 2,1-1,03 млрд.р.т., не є предками багатоклітинних еукаріотичних організмів, які живуть сьогодні? _____



Викопна багатоклітинна тварина, подібна до плоских черв'яків, Габонська біота, 2,1 млрд.р.т.



Грипанія (*Grypania*), подібний до водоростей викопний багатоклітинний еукаріотичний організм, 1,85 млрд.р.т., Канада.

Рис. 3. Представники перших з відомих на сьогоднішній день багатоклітинних еукаріот Протерозойської ери.

Завдання 4. Кріогеній (850 – 635 млн.р.т.)

- 1) Чому період, який тривав з 850 по 635 млн.р.т., отримав назву Кріогеній? _____
- 2) Чому в міжльодовикові епохи Кріогенія відбувались спалахи видоутворення і різкого зростання біорізноманіття? _____
- 3) Якими були особливості Хайнаньської біоти (800 – 780 млн.р.т.)? _____
- 4) Якими є наслідки Кріогенія для розвитку життя на Землі? (для відповіді на це запитання – вивчіть схему на малюнку 4). _____
- 5) Чому в Кріогенії розпочалось стійке зростання концентрації кисню в навколишньому середовищі? _____
- 6) Вкажіть, як змінилась концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Кріогенії? (див. рис. 2). _____
- 7) Якими були причини різкого зниження рівня вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Кріогенії? _____
- 8) Якими були наслідки зниження концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі для кліматичних умов? _____
- 9) Якими були наслідки зниження концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі для біоти? _____
- 10) Які механізми адаптації до нестачі вуглекислого газу в навколишньому середовищі з'явилися у давніх цианобактерій і водоростей? _____

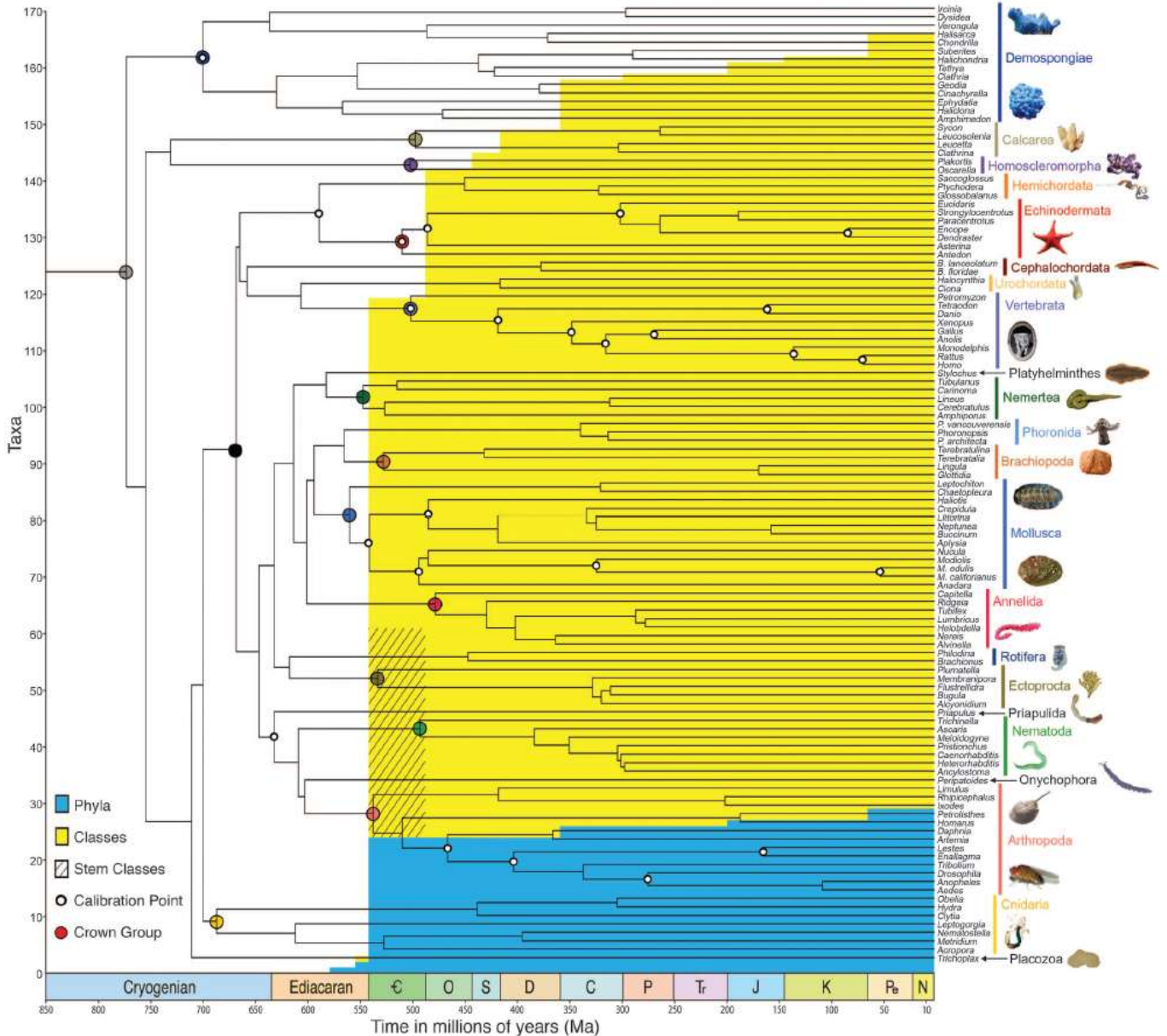


Рис. 4. Схема, яка відображає появу усіх основних типів сучасних тварин (окрім Мшанок) в Криогеновому періоді Протерозойської ери.

Завдання 5. Вивчіть представників фауни Едіакарського періоду Протерозойської ери (т.з. вендобіонтів) (Рис. 5 А-В) і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Які типи симетрії тіла є характерними для представників едіакарської фауни? _____

- 2) Який з цих типів симетрії не зустрічається у сучасних тварин? _____

- 3) Чому не можна сказати, що медузоподібні, черв'якоподібні та моллюскоподібні вендобіонти були предковими організмами для сьогоденних медуз, черв'яків, моллюсків? _____

- 4) Який механізм харчування був характерним для макрофауни вендобіонтів? _____

- 5) Коли і чому вимерли вендобіонти? _____



Рис. 5 А. Фотографія скам'янілостей та реконструкція зовнішнього вигляду археаспіса (пізній Венд; Архангельська обл., Зимні гори). Для археаспіса характерна симетрія ковзного відбиття. Беломорська біота.

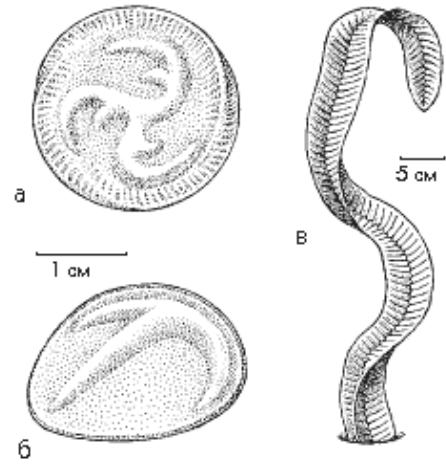


Рис. 5 Б. Едіакарська фауна: а – трибрахідіум (спіральний тип симетрії тіла), Беломорська біота; б – парванкоріна (*Parvancorina*) (білатеральний тип симетрії тіла), Беломорська біота; в – птерідиній (*Pteridinium simplex*) (симетрія ковзного відбиття), Беломорська біота.



Рис. 5 В. Цикломедуза (фосілія). Радіально-симетричний тип будови тіла. Едіакарський період. Протерозой. Авалонська біота.

Завдання 6. Швидкість еволюційних процесів в Кріогеновому та Едіакарському періодах. Графік на малюнку 6 А відображає швидкість еволюційних процесів для однієї з груп живих організмів – акрітархій (Рис. 6 Б).

1) В Кріогенії з'явилося та через певний час зникло багато груп живих організмів. Чому? _____

2) В Едіакарському періоді була дуже висока швидкість появи та зникнення груп живих організмів. Чому? _____

3) Чому швидкість еволюційних процесів різко зростає починаючи з 1,3 – 1,2 млн.р.т.? _____

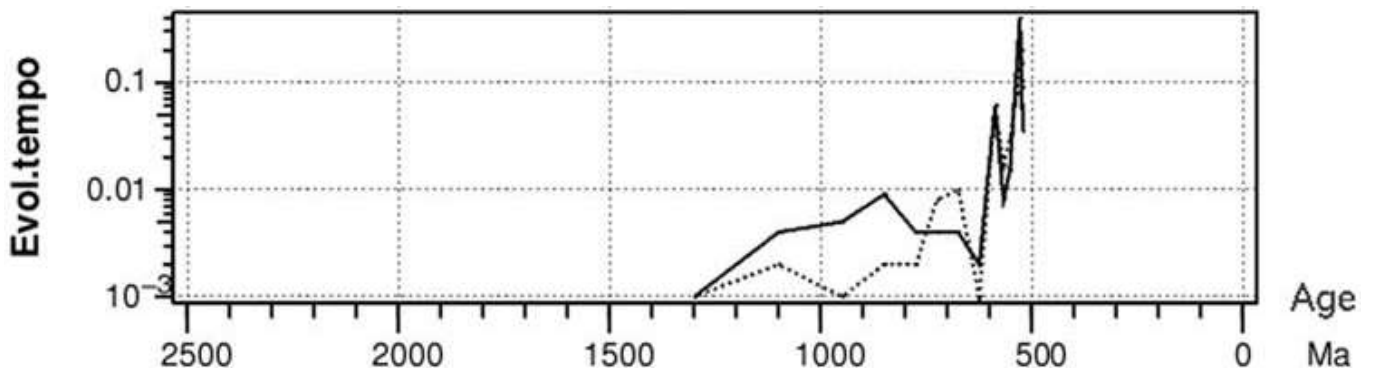


Рис. 6 А. Швидкість еволюційних процесів (на прикладі появи та зникнення різних груп акрітархів). По осі ОХ - геологічний час, млн. років; по осі ОУ – швидкість еволюційних процесів: суцільна лінія – поява нових груп організмів; пунктирна лінія – остання поява груп в геологічному літопису (вімирання).

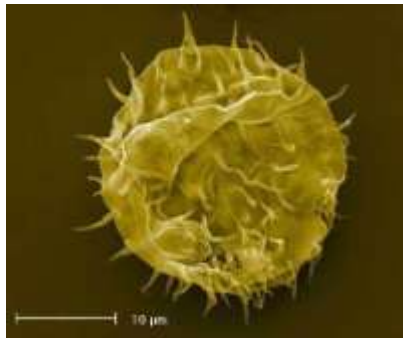


Рис. 6 Б. Акрітархія. Протерозой.

Завдання 7. Проаналізуйте дані, наведені на малюнку 7, та дайте відповіді на наступні запитання:

1) Розрахуйте тривалість доби на Землі в різні геологічні періоди, виходячи з того, що швидкість обертання Землі навколо Сонця не змінювалась. Отримані дані внесіть до таблиці 1.

2) Як змінювалась тривалість доби в історії Землі? Чому? _____

3) За допомогою яких методів вдалось встановити тривалість доби в різні періоди розвитку життя на Землі? _____

4) Як Ви вважаєте, як вплинули зміни тривалості доби на живі організми? _____

Таблиця 1.

Геологічний час в історії Землі:		Кількість днів у році:	Тривалість доби:
V – Є	Межа Венд-Кембрій		
Є – О	Межа Кембрій-Ордовік		
S – D	Межа Силур-Девон		
D – С	Межа Девон-Карбон		
P – Т	Межа Пермь-Тріас		
T – J	Межа Тріас-Юра		
J – К	Межа Юра-Крейда		
К - P	Межа Крейда-Палеозой		
A	Межа Антропоген		

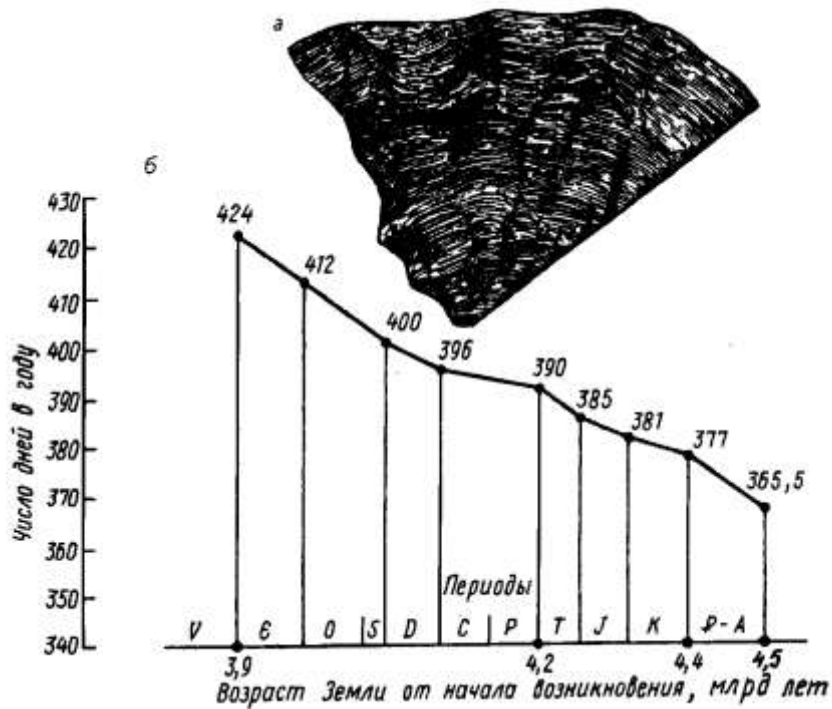


Рис. 7. Графік зміни кількості діб в році за 600 млн. років. А – колоніальний корал з лініями росту на епітеці, Закавказзя, Джульфа, пізня Пермь. Б – графік зміни кількості діб в році, побудований на підставі аналізу ліній росту епітеки викопних коралів.

Контрольні запитання:

1. Фактори, які впливають на квазіперіодичність розвитку покривних зледенінь на Землі.
2. Причини та наслідки Гуронського зледеніння. Роль льодовикових епох в розвитку життя на Землі.
3. Фактори, які сприяли появі перших багатоклітинних еукаріот на Землі. Переваги багатоклітинності для живих організмів. Причини нерозповсюдження багатоклітинних форм у прокариот.
4. Кріогеновий період Протерозоя. Наслідки формування покривних зледенінь в Кріогенії. Хайнаньська біота. Причини масового вимирання видів живих організмів наприкінці Кріогенію.
5. Едіакарський період Протерозоя. Едіакарська фауна (вендобіонти). Відмінності вендобіонтів від сучасних груп тваринних організмів. Причини вимирання вендобіонтів.
6. Метод молекулярного годинника в палеоекологічних дослідженнях. Відмінності в датуванні, отриманому при дослідженні фосилій та при проведенні молекулярного аналізу. Причини відмінностей.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Докембрий континентов: В 6 кн. Новосибирск, 1975 – 1977.
2. Монин А.С. Ранняя геологическая история Земли. М., 1987.
3. Ясаманов Н.А. Климаты рифейского и вендского времени // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. – 1994. № 2.
4. Герман Т.Н. Органический мир миллиард лет назад. Л., 1990.
5. Соколов Б.С. Вендская система: предкембрийская геоботаническая среда // Палеонтология. Стратиграфия. М., 1980.

Практична робота № 5

Тема: Палеоекологія Кембрійського періода (542 – 488 млн.р.т).

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Кембрійському періоді Палеозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. На малюнку 1 представлена схема розташування континентів в Кембрійському періоді.

1) Який цикл гороутворення був в Кембрійському періоді? _____

2) Коли і з яких платформ сформувався суперматерик Гондвана? _____

3) Як були розташовані Гондвана і інші платформи (Північна Америка, Сибір, Китай, Східна Європа, Казахстан) відносно екватора і полюсів? _____

4) Як вплинуло таке розташування континентів на кліматичні умови на Землі в Кембрії? _____

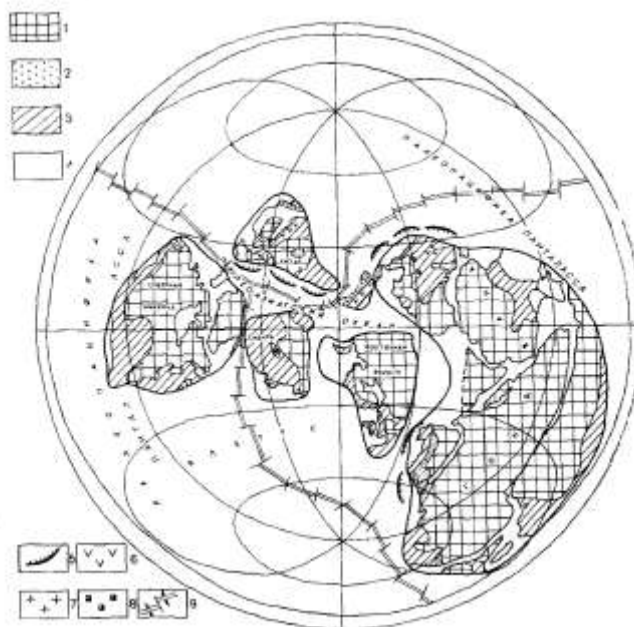


Рис. 1. Розташування континентів в Кембрійському періоді, 520 млн.р.т.

Завдання 2. Вивчіть графіки на малюнку 2 і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть середні температури на Землі в Кембрійському періоді. _____

2) Чому в Кембрійському періоді було дуже спекотно? _____

3) Вкажіть рівень вмісту вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Кембрійському періоді. _____

4) Чи може висока концентрація вуглекислого газу в атмосфері сприяти підвищенню температури навколишнього середовища? _____

5) Чи правильним є ствердження, що причиною надзвичайно високих температур на Землі в Кембрійському періоді був потужний парниковий ефект? _____

6) Вкажіть, як змінювався рівень моря протягом Кембрійського періода _____

7) Чому протягом Кембрійського періода рівень моря підвищився на 150 метрів? _____

8) Вкажіть рівень вмісту кисню в навколишньому середовищі в Кембрійському періоді _____

9) Як змінився вміст кисню в навколишньому середовищі в Кембрії порівняно з попереднім періодом? _____

10) Проведені дослідження показали, що після Криогенового періода Протерозойської ери інтенсивність надходження кисню в навколишнє середовище тривалий час не змінювалась. Чому наприкінці Вендського періода – спочатку Кембрійського періода різко підвищилась концентрація кисню в навколишньому середовищі? (для підготовки відповіді на це запитання використовуйте малюнок 2 Б). _____

11) До яких наслідків для екосистем Кембрійського періода призвів ріст концентрації кисню в навколишньому середовищі? _____

3670 M. J. Benton *Review. Origins of modern biodiversity on land*

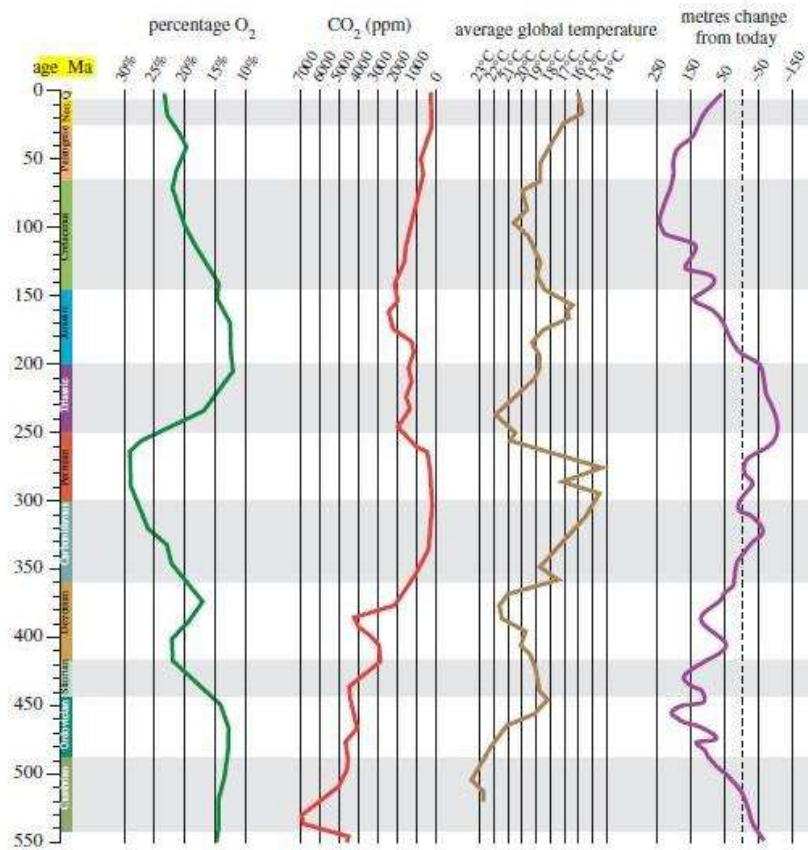


Рис. 2 А. Графіки змін концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем).

--	--

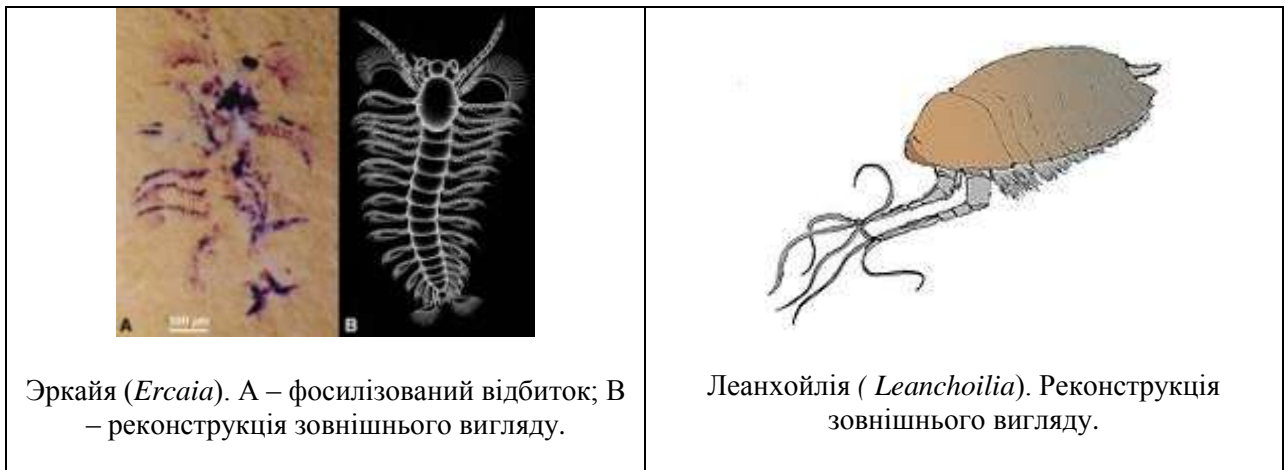


Рис. 2 Б. Представники ранньокембрійських організмів-фільтраторів.

Завдання 3. Кембрійська скелетна революція.

- 1) Як Ви розумієте термін «Кембрійська скелетна революція»? _____

- 2) Чому мінералізовані зовнішні та внутрішні скелети з'явилися у живих організмів тільки в Кембрійському періоді (хоча гени, які відповідають за біомінералізацію, з'явилися ще в Протерозої)? Для відповіді на це питання – використовуйте малюнок 3 _____

- 3) Перерахуйте основні джерела кисню в навколишньому середовищі _____

- 4) Надходження кисню в навколишнє середовище в результаті дегазації магми посилилось в Криогеновому періоді Протерозойської ери приблизно 800 млн.р.т. Чому лише в Кембрії (542 млн.р.т.) рівень кисню в навколишньому середовищі досяг 15%? _____

- 5) Які переваги мають організми у яких формується мінералізований скелет? _____



Рис. 3. Одноклітинні найпростіші – форамініфери. У тих форамініфер, які мешкали в частках океану з високою концентрацією кисню в воді, вже в Протерозойській ері з'явився мінералізований скелет.

Завдання 4. Проаналізуйте дані, наведені в таблиці 1, і виконайте наступні завдання:

Группы минералов, образующиеся при биосинтезе у прокариот и эукариот
(Лоуэнстам, 1984, с упрощением и дополнением)

Прокариоты и эукариоты			Карбонаты	Фосфаты	Галогиды	Оксалаты	Нитраты	Сульфаты	Кремний	Оксиды железа	Оксиды марганца	Сульфиды	
Бактерии			×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	
Цианобактерии			×	×					×	?			
Грибы			?	×		×				×			
Растения	Одноклеточные	Диатомовые водоросли							×				
		Золотистые водоросли	×						×				
		Динофитовые водоросли	×						×				
	Многоклеточные	Красные водоросли	×										
		Зеленые водоросли	×			?		×		?			
		Харовые водоросли	×			?		×					
		Бурые водоросли	×										
		Моховидные	×			×		?		×			
		Высшие растения	×	?		×		×	×	×			
	Животные	Одно-клеточные	Саркодовые	×	?				×	×			
Ресничные			×	×									
Акантарии								×					
Многоклеточные		Пориферы (Губковые)	×						×	×			
		Книдарии	×	×				×		×			
		Черви	×	×					×	×			
		Моллюски	×	×	×	×			×	×			
		Членистоногие	×	×	×	×	×		×	×			
		Мшанки	×	×									
		Брахиоподы	×	×									
		Иглокожие	×	×		×			×	×			
Хордовые	×	×	×	×				×					

1) Розташуйте мінерали, що утворюються при біосинтезі у прокариот і еукариот в порядку зростання кількості груп організмів, які синтезують даний тип мінерала (в дужках вкажіть кількість відповідних груп організмів) _____

2) Які мінерали найбільш часто синтезують живі організми? Найменш часто? _____

3) Як Ви вважаєте, з чим пов'язаний такий характер розповсюдження мінералів, синтезуємих живими організмами? _____

4) Розташуйте рослини і тварин (зробіть дві окремі колонки) в порядку зростання кількості різних груп мінералів, які утворюються у них при біосинтезі (в дужках вкажіть кількість відповідних груп мінералів). _____

5) Порівняйте отримані Вами дані про кількість груп мінералів, які утворюються при біосинтезі у конкретних організмів, з розподілом цих організмів на еволюційному дереві життя. Яка існує залежність між рівнем складності організмів в межах кожної еволюційної лінії з різноманіттям синтезуємих ними мінералів? Як Ви вважаєте, з чим пов'язана дана закономірність? _____

Завдання 5. Диверсифікація живих організмів в Кембрійському періоді.

1) Перерахуйте основні типи багатоклітинних тварин, відомі на сьогоднішній день _____

2) В якому геологічному періоді і в якій ері з'явилися усі відомі на сьогоднішній день типи багатоклітинних тварин? _____

3) Чому практично відсутні макрофосілії основних типів багатоклітинних тварин, датуємих Криогеновим періодом Протерозойської ери? _____

4) За допомогою якого метода було доказано, що основні типи багатоклітинних тварин з'явилися на Землі в Криогеновому періоді Протерозойської ери? _____

5) Що таке диверсифікація живих організмів? _____

6) В якому геологічному періоді і в якій ері відбулась диверсифікація основних типів багатоклітинних тварин (крім Типу Мшанок)? _____

7) Які фактори навколишнього середовища сприяли процесам диверсифікації живих організмів в Кембрійському періоді? _____

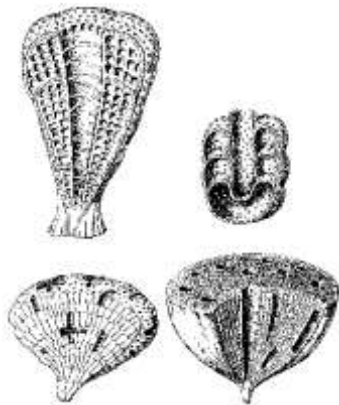
8) У чому полягали процеси диверсифікації багатоклітинних тварин в Кембрійському періоді? NB! Зверніть увагу – усі основні типи тварин вже сформувались в Докембрії. _____

9) В багатьох випадках – тільки рентгенівська томографія фосилізованих рештків Кембрійських тварин дозволила встановити їх приналежність до певного типу (а в деяких випадках – як з галюцигенією – навіть цей метод виявився даремним!) (див. рис. 5). Чому Кембрійські тварини настільки несхожі зовнішньо на відомі сьогодні групи організмів, не зважаючи на наявність спільного з сучасними групами плану внутрішньої будови? _____

10) Що таке перехідна форма? _____

11) Чому Тип Протомолюски вважається перехідною формою між Типом Кільчасті хробаки та Типом Молюски? _____

12) Чому представник Типу Лобоподи – «ходячий кактус» - вважається перехідною формою між Типами Членистоногі та Молюски? _____



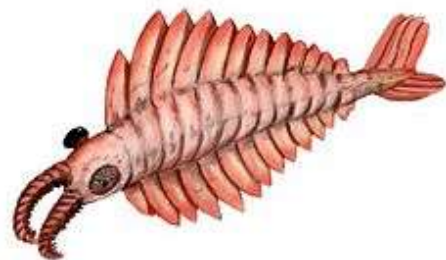
Тип: Губки → Археоциати



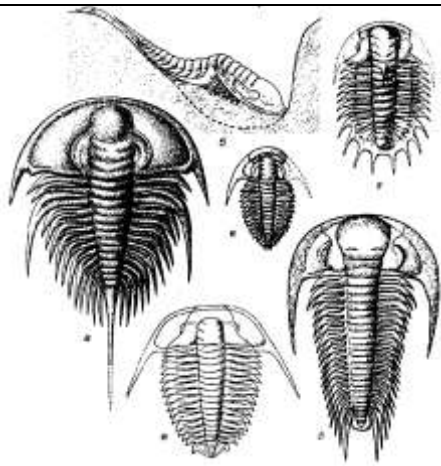
Тип: Лобоподи → Опабінія (*Opabinia*)



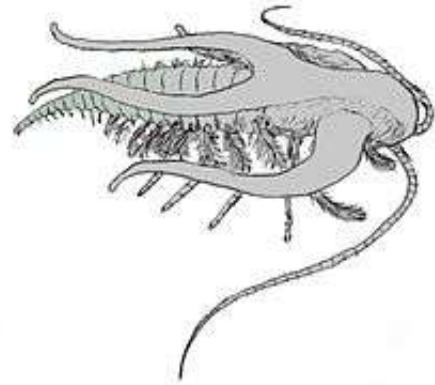
Тип: Лобоподи → «Ходячий кактус» - *Diania cactiformis*.



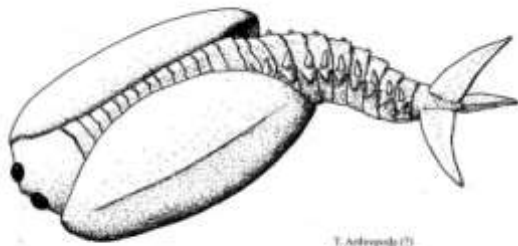
Тип: Проточленистоногі → Аномалокарис



Тип: Членистоногі → Трилобіти

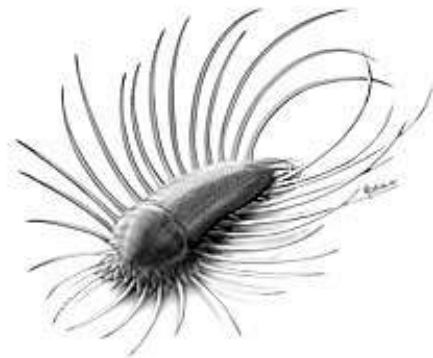


Тип: Членистоногі → Марела (*Marrella*)

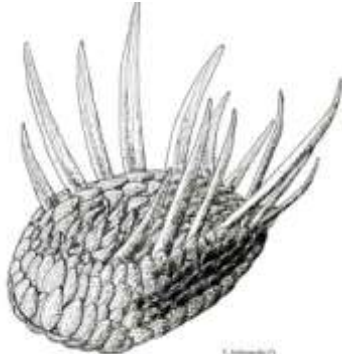


T. Arthropoda (?)
Odaraia euryptala
Burgess Shale
Cambrian
17 cm length

Тип: Членистоногі (?) → Одарайя (*Odaraia euryptala*)

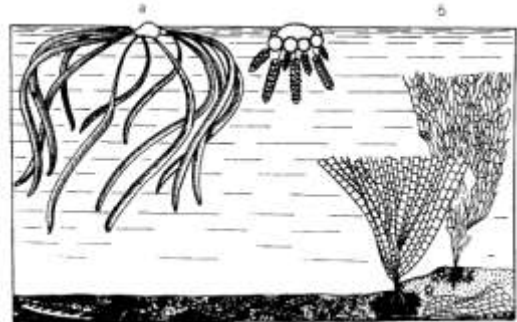


Тип: Протомоллюски → «Колочий броньовик»
Orthrozanclus reburrus.



T. Arthropoda (?)
Wiwaxia
Burgess Shale
Cambrian
17 cm length

Тип: Моллюски → Віваксія (*Wiwaxia*).

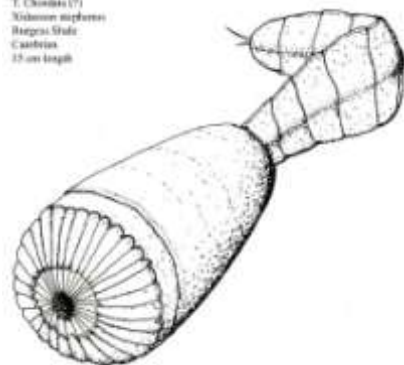


Тип: Напівхордові → Граптоліти: а – загальний вигляд колоній, б – кістяки особин.

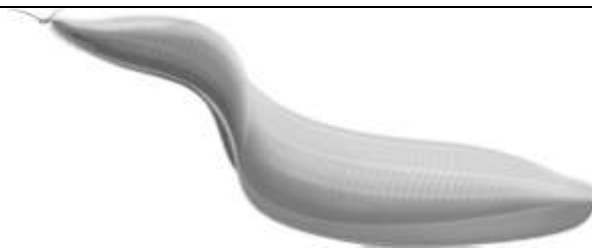


Тип: Хордові → Коноданти

T. Chordata (?)
Xidazoon stephanus
Burgess Shale
Cambrian
17 cm length



Тип: Хордові (?) → Ксідазун (*Xidazoon stephanus*)



Тип: Хордові → Пікайя (*Pikaia gracilens*).



Тип: Невідомий → Галюцигенія (*Hallucigenia*) – відбиток в Кембрійських породах та реконструкція зовнішнього вигляду художником.

Рис. 5. На малюнках представлені типові представники Кембрійських багатоклітинних тварин (біля кожного представника вказаний тип, до якого відноситься дана тварина).

Завдання 6. Швидкість еволюційних процесів в Кембрійському періоді. Проаналізуйте дані, наведені на малюнках 6 А-Б, і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Що означає термін «швидкість еволюційних процесів»? _____

2) В Кембрійському періоді була висока швидкість появи нових видів та родів живих організмів. Які фактори навколишнього середовища сприяли високій швидкості появи нових груп організмів?

3) В Кембрійському періоді була висока швидкість вимирання видів та родів живих організмів. Вкажіть причини вимирання видів та родів живих організмів в Кембрійському періоді.

4) Використовуючи дані, наведені на малюнку 6 Б, вкажіть середню тривалість існування родів морських організмів в Кембрійському, Тріасовому та Палеогеновому періодах. _____

5) Зробіть висновок про тенденції в змінах середньої тривалості існування родів морських організмів за останні 542 млн. років. _____

6) Вкажіть, від яких факторів залежить швидкість старіння та вимирання видів та родів живих організмів. _____

7) Як Ви вважаєте, чому середня тривалість існування видів та родів живих організмів в Кембрійському періоді була маленькою порівняно з наступними геологічними епохами? _____

8) Чому в наступні геологічні періоди середня тривалість існування родів живих організмів зростала? _____

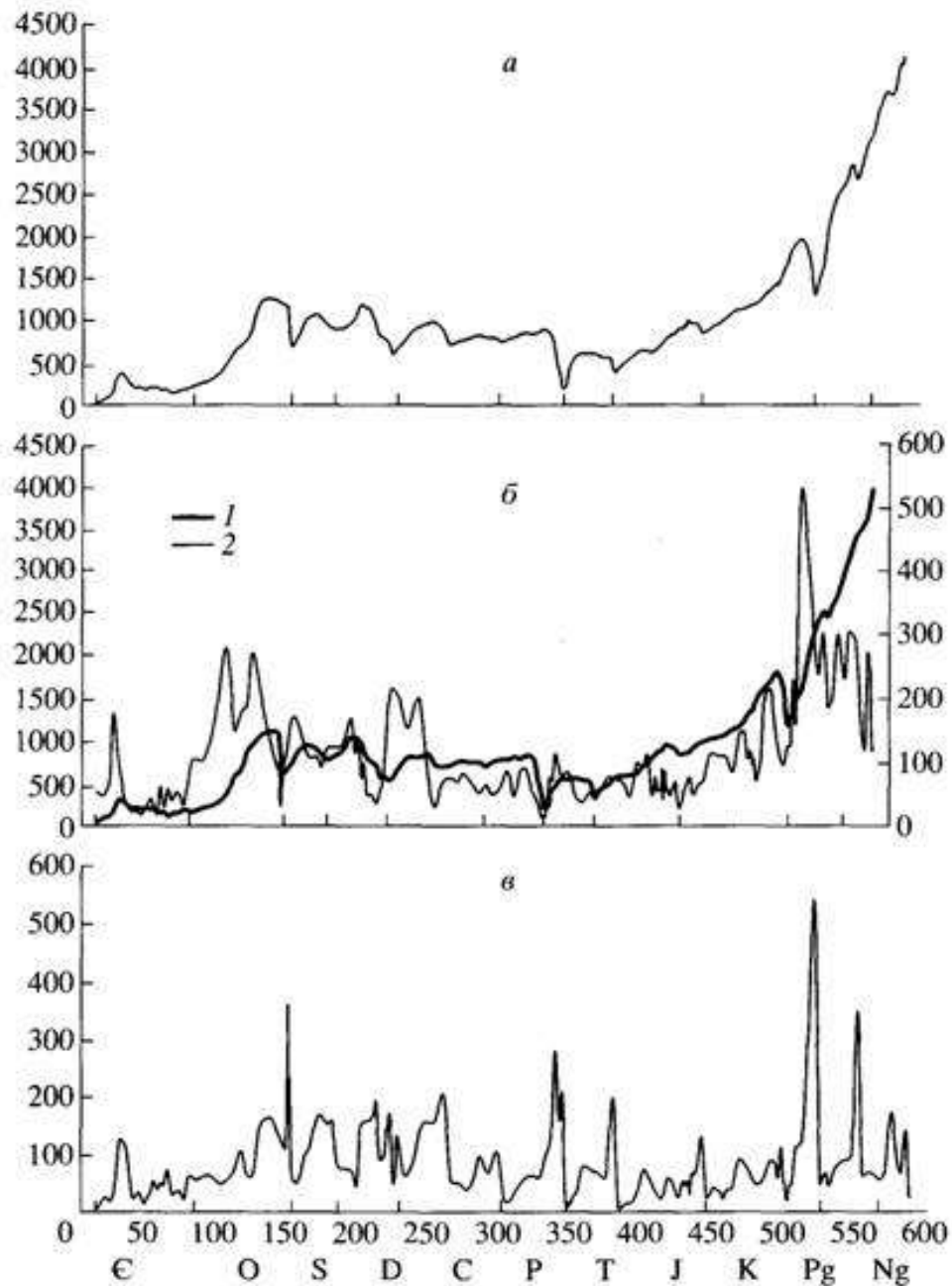


Рис. 6 А. Динаміка родового різноманіття, швидкості появи та вимирання родів морських тварин: а – загальна кількість родів морських організмів, б - кількість родів, які перейшли в даний підряд з попереднього (1), та кількість родів, які з'явилися в даному підряді (2), в - кількість родів, які вимерли в кожному підряді. Де: Э – Кембрій; О – Ордовик; S – Силур; D – Девон; С – Карбон; Р – Пермь; Т – Триас; J – Юра; К – Крейда; Pg – Палеоген; Ng – Неоген. По горизонтальній шкалі за початок відрахунку прийнятий момент за 10 млн. років до початку Кембрія.

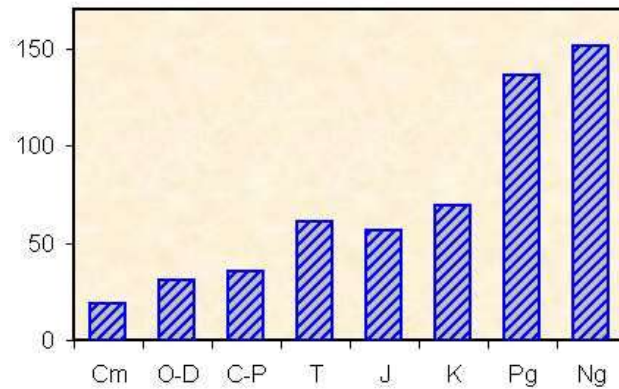


Рис. 6 Б. Зміни середньої тривалості існування нових родів морських організмів (для організмів, з'явившихся в даний інтервал часу) за останні 542 млн.р. Де: Cm – Кембрій; O-D – Ордовик – Девон; C – P – Карбон – Пермь; T – Триас; J – Юра; K – Крейда; Pg – Палеоген; Ng – Неоген.

Контрольні запитання:

1. Розташування континентів і кліматичні умови в Кембрійському періоді.
2. Кембрійська скелетна революція.
3. Загальна характеристика живих організмів, які існували в Кембрії.
4. Швидкість еволюційних процесів в Кембрії. Час появи та час диверсифікації (збільшення видового різноманіття) основних типів тварин, характерних для сучасної біосфери.
5. Відмінності між сучасною та Кембрійською фаунами.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Волков Ю.В., Сеславинский К.Б., Ясаманов Н.А. Об изменении климата в кембрии, ордовикее и силуре // Докл. АН СССР. 1991. Т. 317. № 6.
2. Палеонтология докембрия и раннего кембрия // Труды Всесоюзн. симпозиума по докембрию. Л., 1979.
3. Розанов А.Ю. Центры происхождения кембрийских фаун // Палеонтология. Стратиграфия. М., 1980.

Практична робота № 6

Тема: Палеоекологія Ордовицького періода (488-443 млн.р.т)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Ордовицькому періоді Палеозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. На малюнках 1 А-Б представлені схеми розташування континентів в ранньому (А) та пізньому (Б) Ордовику.

1) Який цикл гороутворення був в Ордовицькому періоді? _____

2) Як змінилось розташування континентів наприкінці Ордовицького періода? _____

3) До яких наслідків це призвело? _____



Рис. 1 А. Розподіл континентів по поверхні Землі в ранньому та середньому Ордовику.



Рис. 1 Б. Розподіл континентів по поверхні Землі в пізньому Ордовику.

Завдання 2. Вивчіть графіки, представлені на малюнку 2, і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть, як змінювалась температура навколишнього середовища в Ордовицькому періоді? _____

2) Вкажіть, як змінювалась концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі протягом Ордовицького періода? _____

3) Протягом Ордовицького періода рівень вуглекислого газу в навколишньому середовищі залишався достатньо високим (порівняно з сучасним рівнем). Якими були джерела надходження вуглекислого газу в навколишнє середовище? _____

4) Чи пов'язане різке зниження середніх температур на Землі в Ордовицькому періоді з різким зменшенням концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі і відповідним зменшенням парникового ефекту? _____

5) Якими є можливі причини різкого зниження температури навколишнього середовища в Ордовицькому періоді порівняно з Кембрійським періодом? _____

6) Якими були наслідки різкого зниження температури навколишнього середовища в Ордовикському періоді? _____

7) Вкажіть, як змінювався рівень моря протягом Ордовикського періода? _____

8) Чому в середині та наприкінці Ордовика мали місце епізоди різкого зниження рівня моря? _____

3670 M. J. Benton *Review. Origins of modern biodiversity on land*

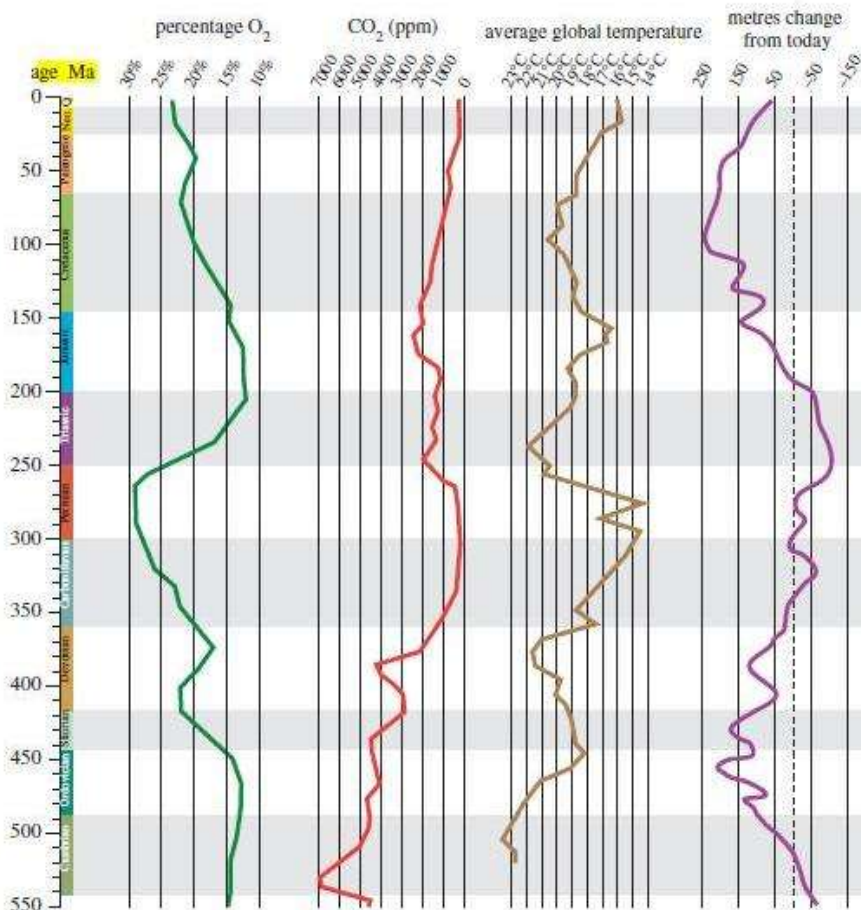


Рис. 2. Графіки змін концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем).

Завдання 3. Перенаселення екосистем та Ордовицька революція біорізноманіття.

1) Вкажіть причини перенаселення екосистем к середині Ордовицького періода _____

2) До яких наслідків для Ордовицьких екосистем призвело їх перенаселення? _____

3) Які причини призвели до спалаху диверсифікації живих організмів в середньому - пізньому Ордовіку? _____

4) Використовуючи інформацію, наведену на малюнку 3, впишіть до таблиці 1 нові групи організмів, які з'явилися в Ордовицькому періоді в ходе процесів диверсифікації.

--	--	--



Рис. 3 А. Тип Мшанки. На фото - зворотня сторона колонії, т.т. та, якою колонія кріпиться до субстрату. Протилежна сторона дуже вивітрена.



Рис. 3 Б. Підклас чотирилучові корали (Ругози). Тип Стрекаючі. Клас Коралові поліпи.



Рис. 3 В. Клас Морські лілії. Тип Голкошкірі.

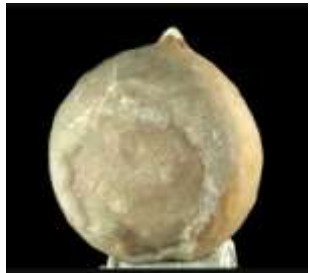


Рис. 3 Г. Клас Морські пузири. Тип Голкошкірі.



Рис. 3 Д. Клас Морські зірки. Тип Голкошкірі.



Рис. 3 Е. Клас Офіури. Тип Голкошкірі.



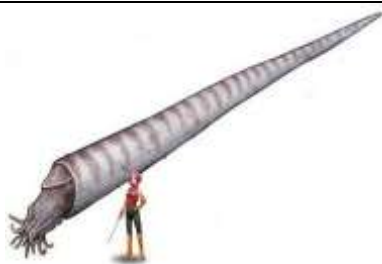
Рис. 3 Ж. Клас Мічохвости. Підтип Хеліцерові. Тип. Членистоногі.



Рис. 3 И. Клас Ракоскорпіони. Підтип Хеліцерові. Тип Членистоногі.



Рис. 3 К. Підклас Наутилоїдеї. Клас Головоногі молюски. Наутилоїдеї з закрученною раковиною.



Cameroceras

Рис. 3 Л. Підклас Наутилоїдеї. Клас Головоногі молюски. Наутилоїдеї камероцерас з прямою раковиною, довжина раковини 9 -12 м.



Рис. 3 Л. Підтип Черепноголові (хребетні). Тип Хордові. Астраспіси (*Astraspis*) - вимерла група Ордовицьких безщелепових рибоподібних хребетних.



Рис. 3 М. Відділ Мохоподібні. Царство рослини. Скам'янілі крітоспори перших наземних рослин, подібних до сучасних печінкових мохів.

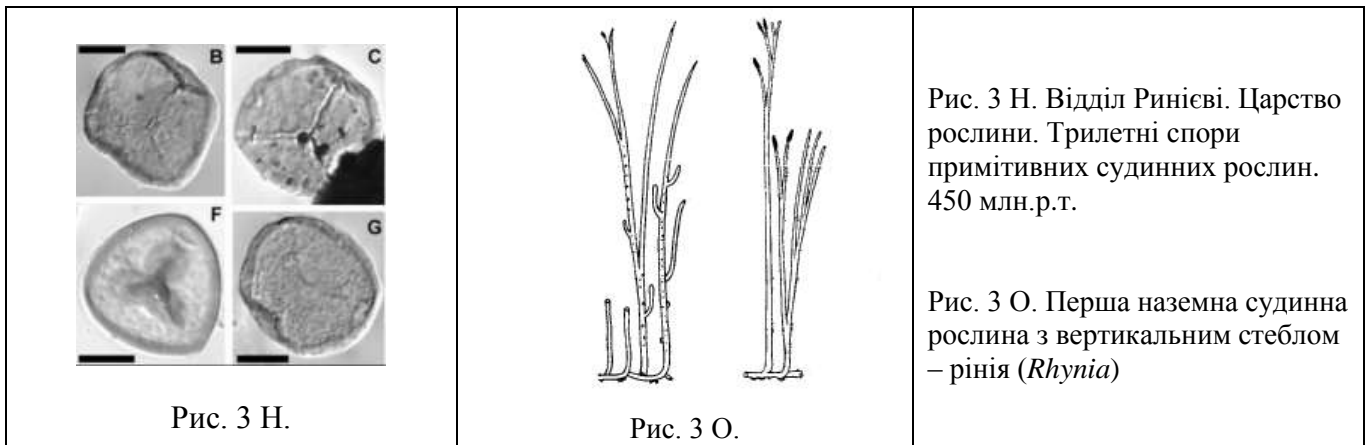


Рис. 3. Нові групи організмів, які з'явилися в Ордовицькому періоді в ході процесів диверсифікації.

Таблиця 1. Нові таксони живих організмів, які з'явилися в Ордовицькому періоді

Таксон, який існував до Ордовицького періода:	Таксон, який з'явився в ході процесів Ордовицької диверсифікації:
- →	Новий Тип:
Тип: Стрекаючі Клас: Коралові поліпи →	Новий підклас:
Тип: Голкошкірі →	Новий клас: Новий клас: Новий клас: Новий клас:
Тип: Членистоногі →	Новий підтип: Новий клас: Новий клас:
Тип: Молюски. Клас: Головоногі моллюски →	Новий підклас:
Тип: Хордові →	Новий підтип:
Царство: Рослини →	Новий відділ: Новий відділ:

Завдання 4. На малюнку 4А представлена маршанція – сучасний печінковий мох. Виявлені рештки найдавніших печінкових мохів – перших рослин, які вийшли на суходіл - практично ідентичні маршанції.

1) На підставі яких даних були зроблені висновки про те, що першими наземними рослинами були печінкові мохи? (Для відповіді на це питання вивчіть малюнок 4 Б). _____

2) Адаптації до яких стресових умов навколишнього середовища необхідно було виробити першим наземним рослинам порівняно з умовами існування водоростей у воді? _____

3) Чому мохи, незважаючи на те, що вони першими освоїли сушу, є тупиковою гілкою в еволюції наземних рослин? _____



Рис. 4. А - Сучасний печінковий мох – маршанція. Вкопні рештки найдавніших форм печінкових мохів практично ідентичні маршанції. Б - кріптоспори вкопних печінкових мохів Ордовицького періоду.

Завдання 5. На малюнку 5А представлена одна з перших наземних судинних рослин – ринія.

1) На підставі яких даних були зроблені висновки про те, що перші наземні судинні рослини з'явилися в Ордовицькому періоді? (Для відповіді на це питання – ознайомтесь з малюнком 5Б).

2) Які переваги отримали судинні рослини, порівняно з безсудинними мохами? _____

3) Аналіз скам'янілостей Ордовицького періоду показав, що вже в перших наземних рослин формувалась мікориза – внутрішньоклітинний симбіоз між грибами та ризоїдами рослин. Яке значення мало формування даного симбіозу для освоєння суходолу рослинами? _____

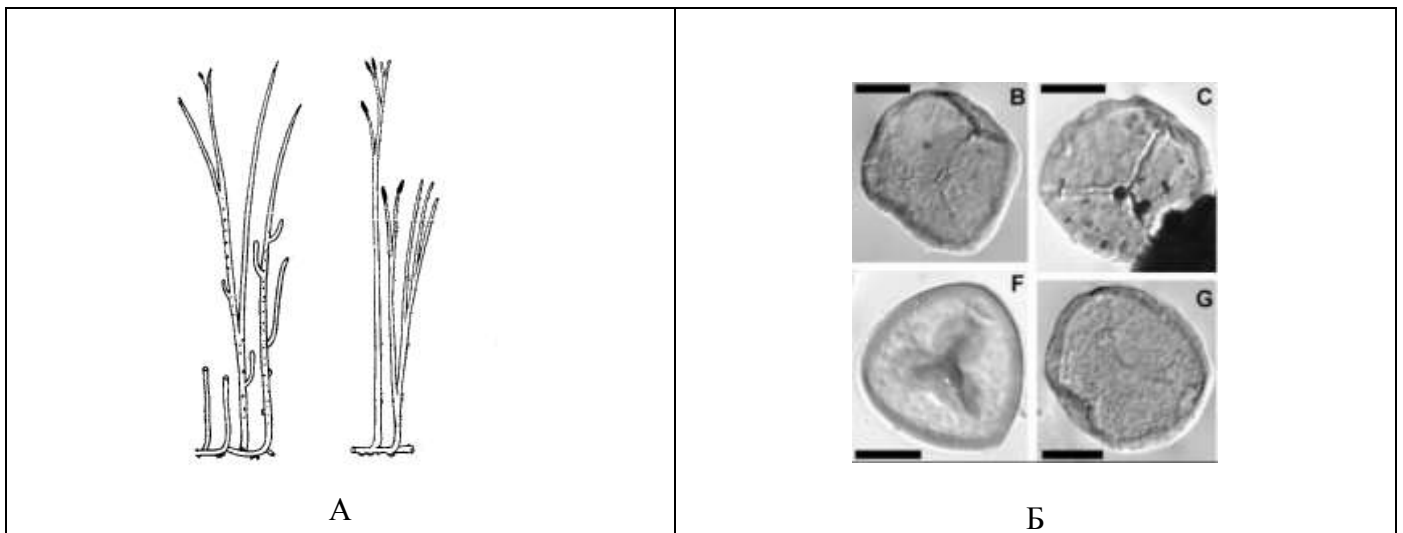


Рис. 5. А - Одна з перших наземних судинних рослин з вертикальним стеблом – ринія (*Rhynia*). Б – спори перших наземних рослин (т.з. трилетні спори, характерні тільки для наземних судинних рослин).

Завдання 6. Масове вимирання видів живих організмів наприкінці Ордовицького періоду.

1) Який відсоток родів морських тварин вимер на межі Ордовицького та Силурійського періодів?

2) Якими є катастрофічні причини масового вимирання видів наприкінці Ордовицького періоду?

3) Якими є еволюційні причини масового вимирання видів наприкінці Ордовицького періода?

4) Проаналізуйте дані, наведені на малюнках 6-8, і дайте відповіді на наступні запитання:

- як змінилась кількість родів морських організмів наприкінці Ордовика? _____

- як змінилась швидкість вимирання видів наприкінці Ордовика? _____

- як змінилась кількість нових родів морських організмів, що з'явились наприкінці Ордовика? _____

- як Ви вважаєте, чому наприкінці Ордовика в цілому, різко зменшилась кількість родів морських організмів: через уповільнення появи нових видів або через пришвидшення вимирання вже існуючих видів? _____

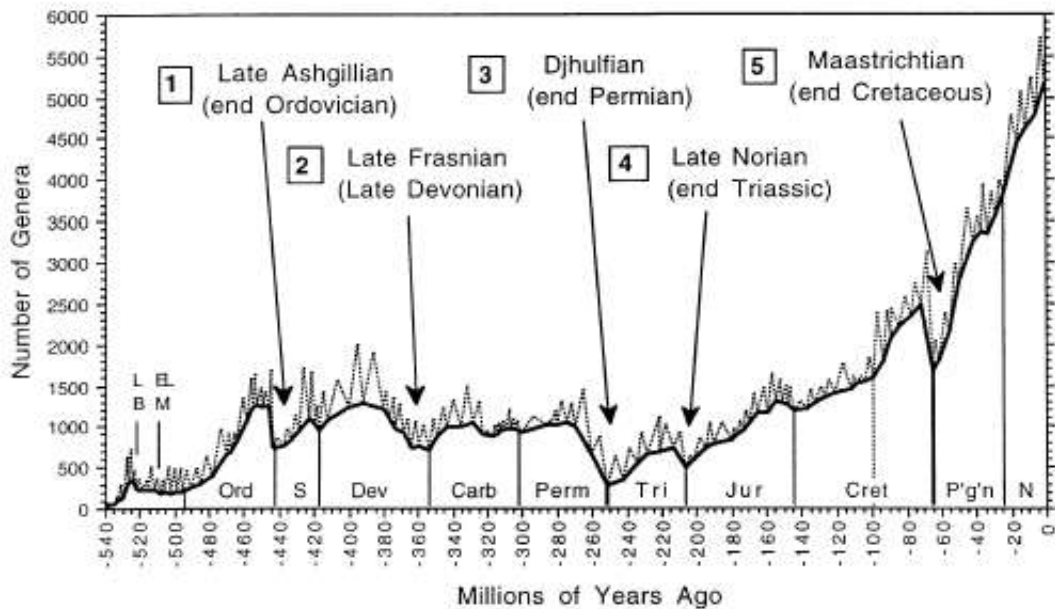
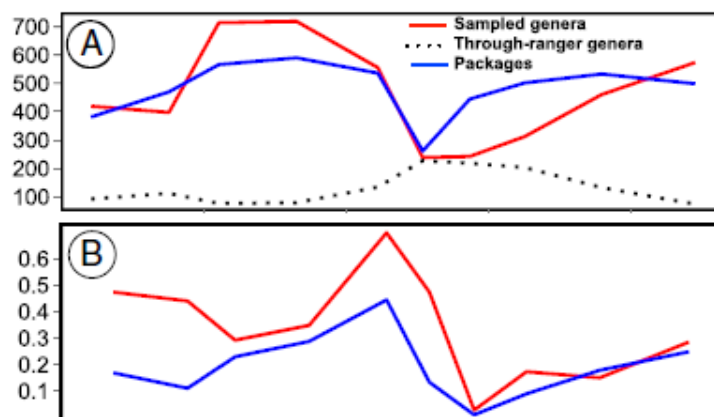


Рис. 6. Різноманіття родів морських організмів за останні 540 млн. років. Стрілками вказані основні події різкого зниження видового різноманіття організмів на Землі. По осі ОХ – вказаний геологічний час; по осі ОУ – кількість родів морських організмів. Суцільна жирна лінія на графіку - вказує кількість родів, які перейшли з попереднього ярусу; пунктирні піки на графіку – вказують кількість нових родів, що з'явились в даному часовому інтервалі.



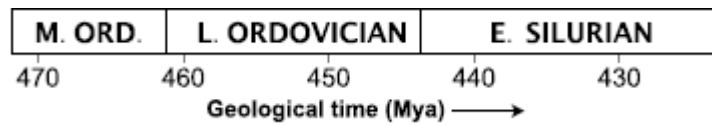


Рис. 7. А - Різноманітність родів морських організмів (А). В - швидкість вимирання родів морських організмів (В). По осі ОХ: геологічний час, млн.р. (M.ORD – середній Ордовик; L. ORDOVICIAN – пізній Ордовик; E. SILURIAN – ранній Силур); по осі ОУ: А – різноманіття родів морських організмів; В – швидкість вимирання родів морських організмів.

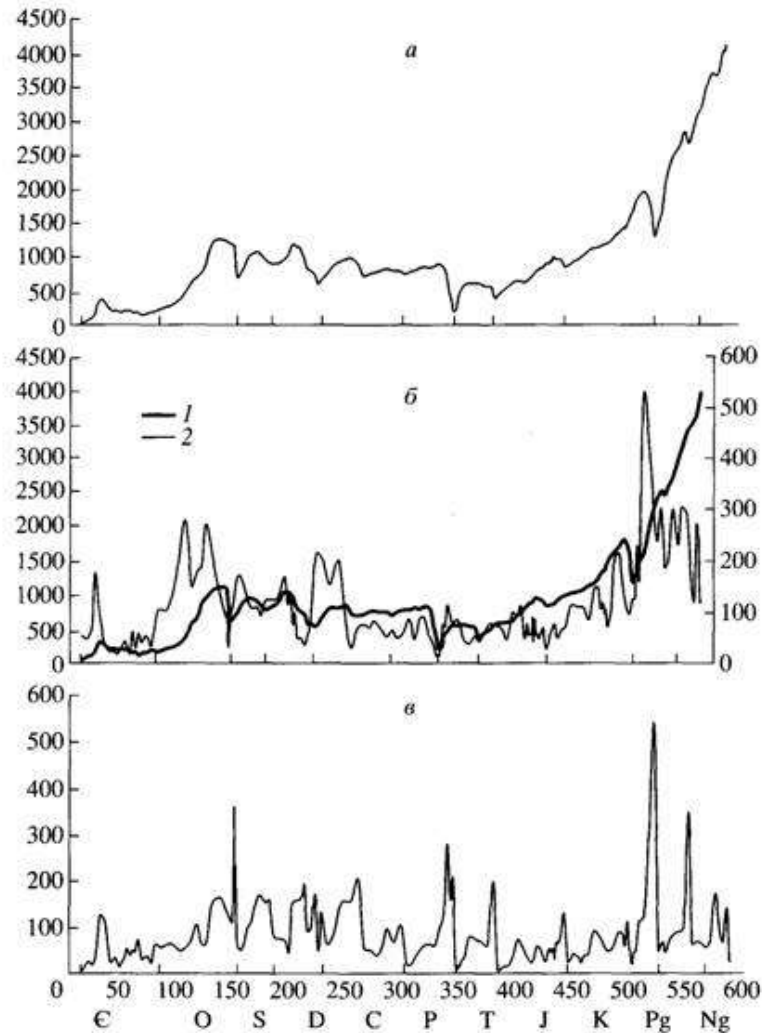


Рис. 8. Динаміка родового різноманіття, швидкості появи та вимирання родів морських тварин: а – загальна кількість родів морських організмів, б - кількість родів, що перейшли в даний під'ярус з попереднього під'ярусу (1), та кількість родів, які з'явилися в даному під'ярусі (2), в – кількість родів, які вимерли в кожному під'ярусі. Де: Э – Кембрій; О – Ордовик; S – Силур; D – Девон; С – Карбон; Р – Пермь; Т – Триас; J – Юра; К – Крейда; Pg – Палеоген; Ng – Неоген. По горизонтальній шкалі за початок відрахунку прийнятий момент за 10 млн. років до початку Кембрія.

Контрольні запитання:

1. Розташування континентів, кліматичні умови, зміни рівня води в океані в Ордовицькому періоді.
2. Причини та наслідки масового розмноження організмів в Ордовику.
3. Причини Ордовицької диверсифікації видів живих організмів.
4. Загальна характеристика морської біоти Ордовика. Причини гігантства приполярних організмів.
5. Вихід рослин на суходіл. Необхідність адаптації до наземного способу життя. Поява судинних рослин та їх переваги порівняно з мохами.
6. Причини масового Ордовицького вимирання видів.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Никитин И.Ф. Ордовик // Стратиграфия и палеонтология древнейшего фанерозоя. М., 1984.
2. Сеславинский К.Б. О климате ордовика // Докл. АН СССР. 1975. Т.224, № 3.
3. Алихова Т.Н. Основные проблемы стратиграфии ордовикской системы // Сов. Геология. 1975. № 8.

Практична робота № 7

Тема: Палеоекологія Силурійського періода (443-416 млн.р.т)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Силурійському періоді Палеозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть графіки змін концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем) (Рис. 1) та дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть, як змінились середні глобальні температури на Землі в Силурійському періоді порівняно з Ордовицьким періодом? _____

2) До яких наслідків це призвело? _____

3) Вкажіть, як змінилась концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Силурійському періоді? _____

4) Чи пов'язане потепління клімату в Силурі і, викликане ним танення Ордовицьких льодовиків, з посиленням парникового ефекту на Землі? _____

5) Вкажіть, як в Силурійському періоді змінився рівень моря, порівняно з Ордовицьким періодом. _____

6) Чому на початку та в середині Силурійського періода – рівень моря підвищився, а наприкінці Силурійського періода – знизився? _____

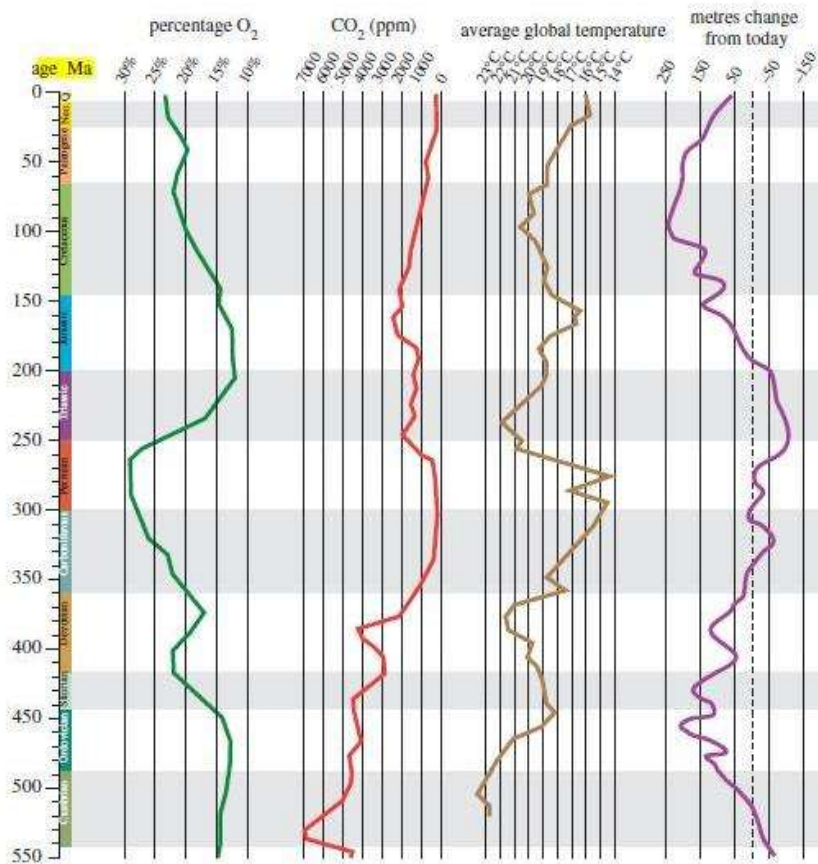


Рис. 1. Графіки змін концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем).

Завдання 2. Ознайомтесь зі схемою розташування континентів в Силурійському періоді (Рис. 2) та дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Який цикл гороутворення був характерним для Силурійського періода? _____
- 2) З яких платформ склався континент Лаврентія? _____

3) Які зміни во взаємному розташуванні континентів відбувались в Силурійському періоді порівняно з Ордовицьким періодом? _____

4) Чому, незважаючи на те, що Гондвана продовжувала знаходитись в Південній півкулі, в Силурійському періоді льодовиковий період змінився потеплінням? _____

5) Перерахуйте, від яких факторів залежить зміна льодовикових періодів на міжльодовикові? _____



Рис. 2. Розташування континентів в Силурійському періоді.

Завдання 3. Використовуючи графіки глобального видового різноманіття (Рис. 3А) та виживання видів живих організмів (Рис. 3Б), дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть, скільки мільйонів років тривало зниження глобального різноманіття організмів на Землі? _____

2) На скільки відсотків зменшилась різноманітність організмів, які мешкали на Землі наприкінці Ордовіка – на початку Силура? _____

3) Як змінилась швидкість появи нових видів наприкінці Ордовіка – на початку Силура? _____

4) Як змінилась в цей же проміжок часу швидкість вимирання існуючих груп організмів? _____

5) Якою була причина зниження видового різноманіття організмів наприкінці Ордовіка – на початку Силура: зменшення швидкості появи нових видів або збільшення швидкості вимирання старих видів? _____

6) Якими були причини масового вимирання груп організмів наприкінці Ордовіка – на початку Силура? _____

7) Чому наприкінці Ордовіка збільшується і кількість з'явившихся нових груп організмів, і кількість вимерших старих груп організмів? _____

8) Чому через 3 млн. років після початку Силурійського періода – крива появи нових груп організмів почала знижуватись? _____

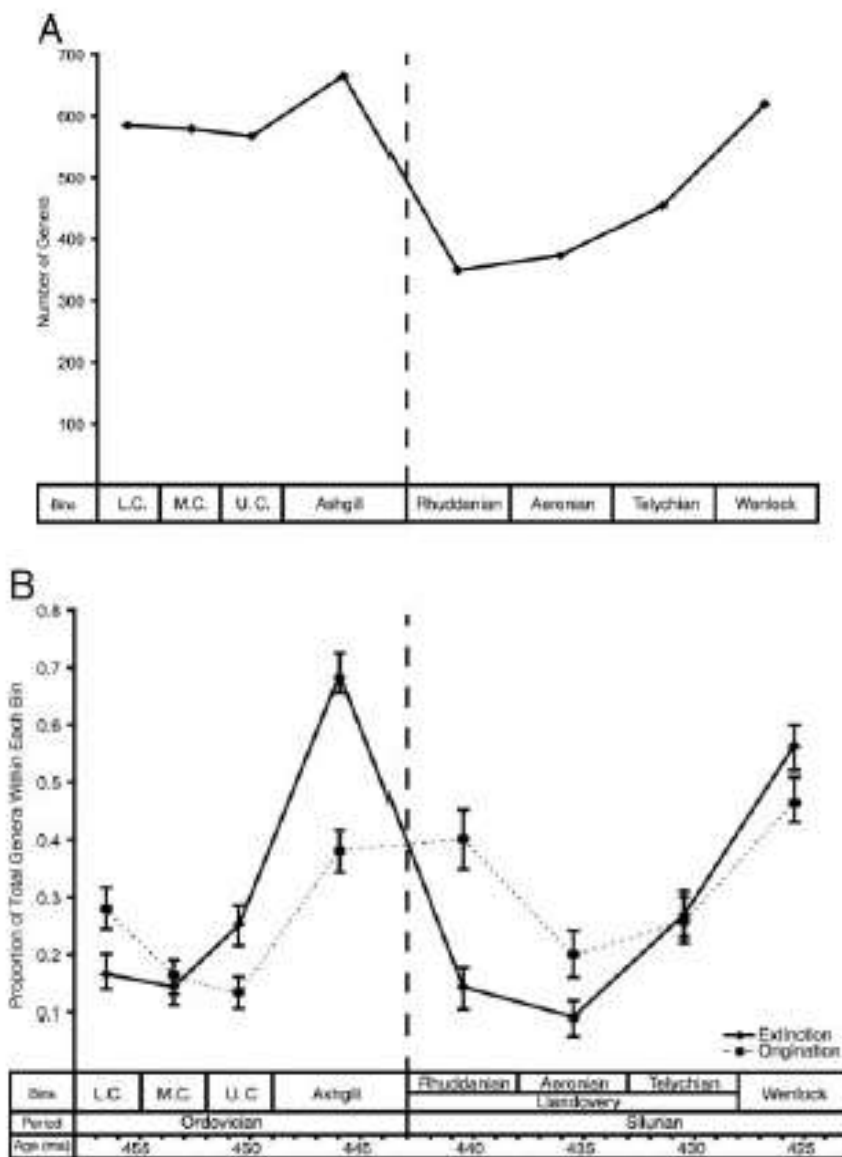


Рис. 3. Графік швидкості відновлення видів після Ордовицького масового вимирання. А – глобальне різноманіття організмів на Землі (кількість родів); В – суцільна лінія: крива виживання існуючих груп організмів; В - пунктирна лінія: крива появи нових груп організмів.

Завдання 4. Можливі механізми появи парних бокових кінцівок у давніх риб.

1) Який тип кінцівок характерний для безчерепних хордових (пікайя та ін.) та безщелепих черепноголових тварин? _____

2) У якої еволюційної групи хребетних вперше з'являються дві пари бокових кінцівок? _____

3) Яким є можливий механізм появи парних бокових кінцівок у хребетних тварин, якщо відомо, що:

а) у багатоклітинних тварин бокові парні кінцівки вперше з'являються у багатощетинкових кільчастих хробаків як бокові вирости тіла (параподії);

б) у примітивних хордових (пікайя, ланцетник та ін.) парні бокові кінцівки відсутні;

в) у більшості безщелепих хребетних рибоподібних парні бокові кінцівки – відсутні (сучасні міноги, міксини);

г) в усіх щелепоротих хребетних є дві пари бокових кінцівок (плавці, лапи, ноги, ласти та т.п.);

д) у деяких давніх безщелепих рибоподібних виявлені парні бокові плавці: у одних груп - грудні, у других груп – тазові, у третіх груп - анальні (наприклад, на малюнку 4Б представлена реконструкція зовнішнього виду ямойтиуса – одного з представників силурійських безщелепих рибоподібних тварин у яких, на відміну від більшості безщелепих, були парні бокові плавці). У

деяких інших безщелепих – відмічено поява парних анальних плавців, у деяких – парних черевних плавців.

е) відомо, що за розвиток парних бокових кінцівок в різних відділах організму відповідають певні групи Нох-генів _____



Рис. 4А. Ямойтиус - відноситься до групи безщелепих, називаємих анаспідами, які мали більше дюжини зябер, які нагадували бортові ілюмінатори на кораблях. Він був 30 см завдовжки і мів чотири плавці - один на спині, два по боках та хвостовий плавець. Силур.

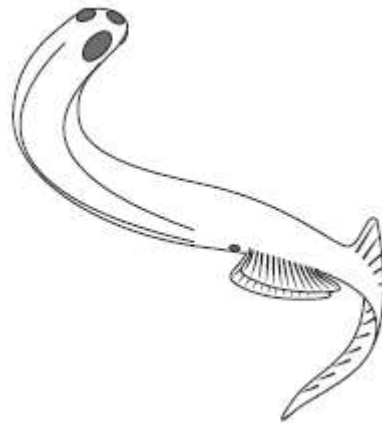


Рис. 4Б. Реконструкція зовнішнього вигляду еуфанеропса (*Euphanerops*) – безщелепої рибоподібної тварини, яка мала парні анальні плавці, але не мала парних черевних або грудних плавців.

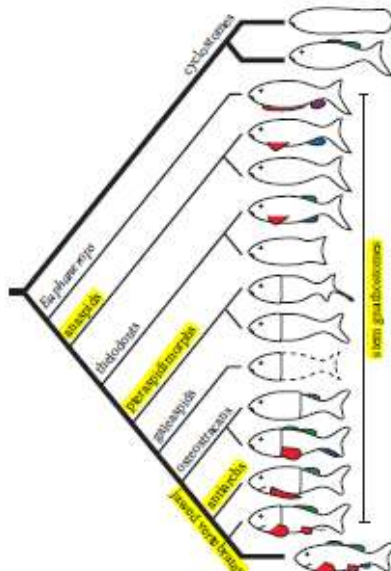


Рис. 4 В. Схема, яка відображає незалежну появу різних типів бокових парних кінцівок (або грудних, або анальних, або тазових) в різних лініях безщелепих хребетних тварин.

Завдання 5. Вивчіть схему формування щелеп у риб з елементів зяберного апарату безщелепих рибоподібних тварин (Рис. 5) та дайте відповіді на наступні запитання:

1) Яким є походження щелеп у хребетних тварин? _____

2) Яку перевагу отримали організми, у яких з`явились щелепи? _____

3) Коли в історії розвитку життя на Землі у хребетних вперше з`явились: а) зуби; б) щелепи? _____

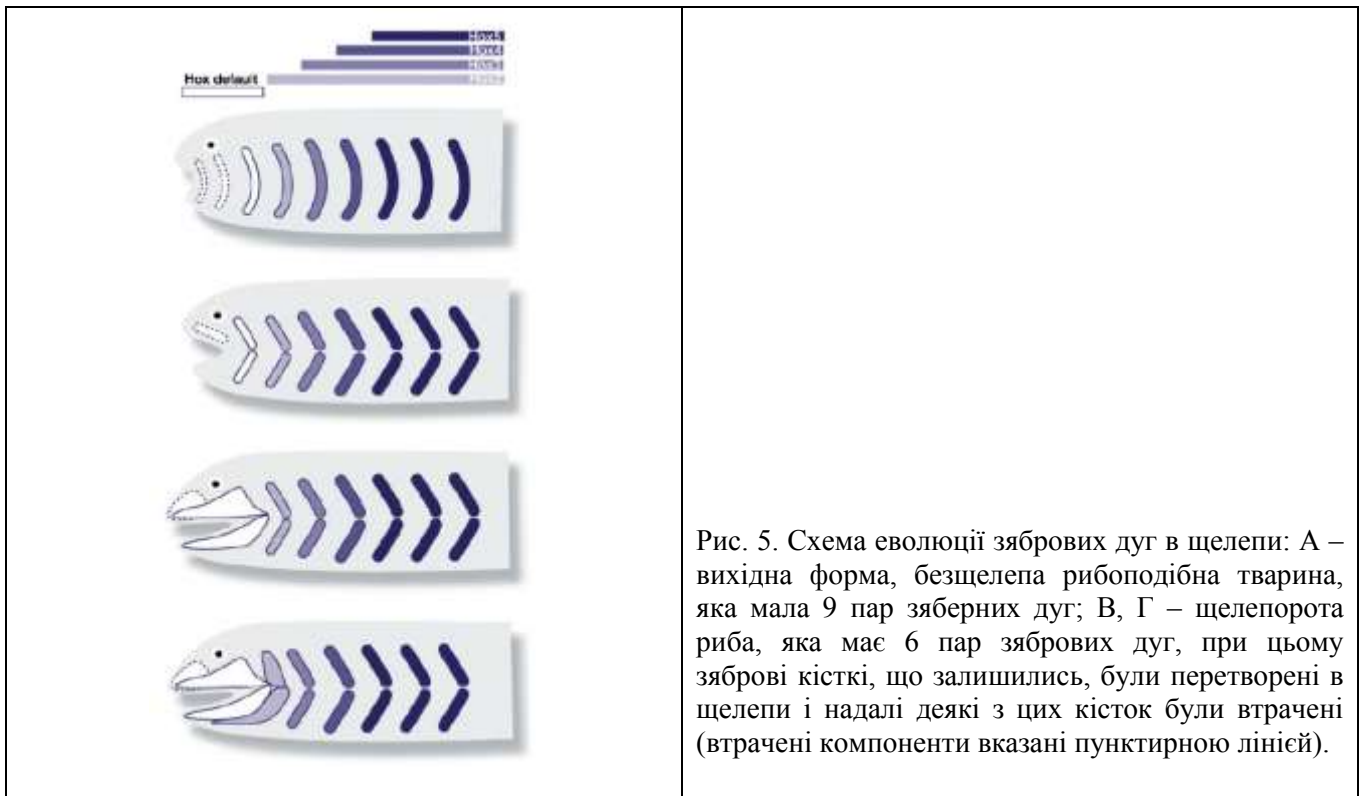


Рис. 5. Схема еволюції зябрових дуг в щелепи: А – вихідна форма, безщелепа рибоподібна тварина, яка мала 9 пар зяберних дуг; В, Г – щелепорота риба, яка має 6 пар зябрових дуг, при цьому зяброві кістки, що залишились, були перетворені в щелепи і надалі деякі з цих кісток були втрачені (втрачені компоненти вказані пунктирною лінією).

Завдання 6. На малюнку 6 представлені фосилізовані рештки деяких представників давніх груп щелепоротих риб, а також – зразки щелеп, характерних для давніх вимерлих риб.

1) Чим пояснюється різноманітність форм щелепових апаратів, характерна для перших щелепоротих хребетних? _____

2) Чому, починаючи з Девонського періода, зберігається лише відомий нам тип щелепового апарату, що дістався всім наземним хребетним в спадщину від риб? _____

3) Як Ви розумієте термін «бутилкове горлечко еволюції»? _____

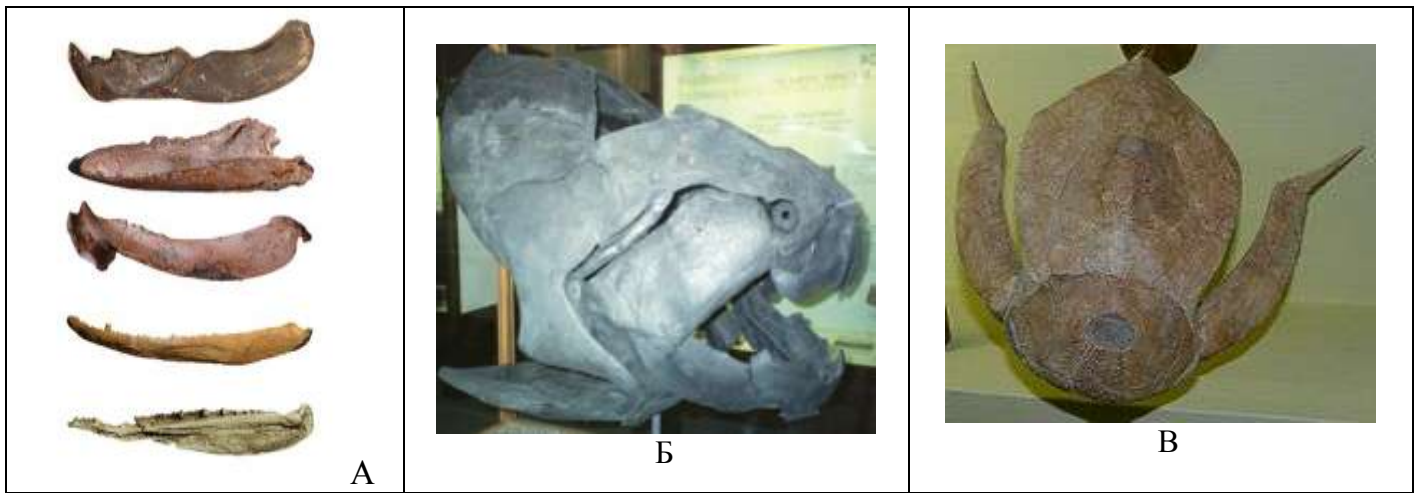


Рис. 6. А - Приклади щелеп, характерних для вимерлих давніх риб. Б – Череп *Dunkleosteus* – представника вимерлої групи панцирних риб (плакодерм) (Силур-Девон).
 В – Скам'янілість *Bothriolepis panderi* – представника вимерлої групи панцирних риб (Силур-Девон).

Завдання 7. Зміни морфології Силурійських трилобітів. На малюнку 7 А-В представлені трилобіти Кембрія та Силура.

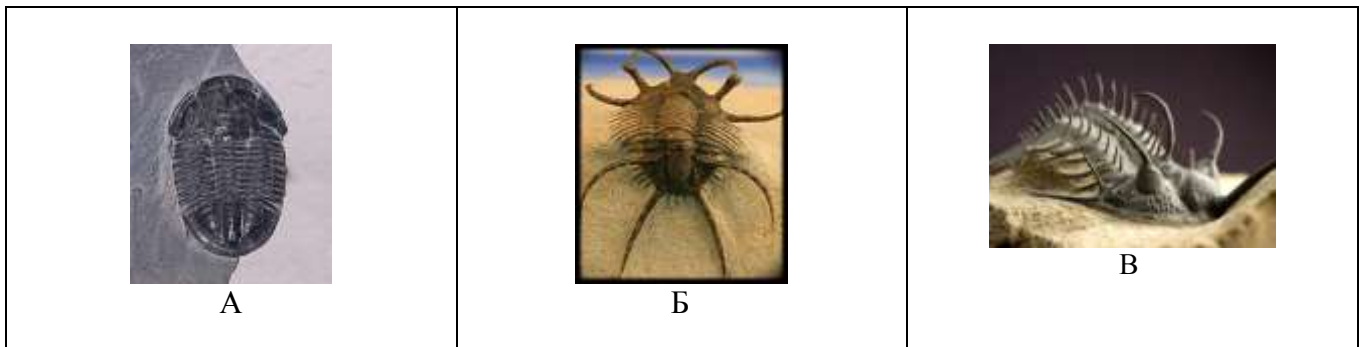


Рис. 7. Палеозойські трилобіти. А – кембрійський трилобіт. Б-В – силурійські трилобіти.

- 1) В чому полягають відмінності в морфології Кембрійських та Силурійських трилобітів? _____

- 2) Чому саме в Силурійському періоді (а не в Кембрії чи Ордовіку) у трилобітів так змінилась морфологія тіла? _____

- 3) Що таке «мімікрія»? _____

- 4) Що таке «мімізія»? _____

Завдання 8. Ознайомтесь з палеореконструкцією зовнішнього вигляду силурійських наземних судинних рослин (Рис. 8) та дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Чому силурійські наземні рослини були не високого зросту (не більше ніж 15 -30 см)? _____

- 2) Чи мали ці рослини справжні корені? _____

- 3) Що таке ризоїди? _____

4) Що таке ектомікориза та ендомікориза? _____

5) Яким є механізм формування першого справжнього листа у силурійських наземних рослин? _____

6) Для яких сучасних наземних рослин характерним є подібний механізм формування листа? _____

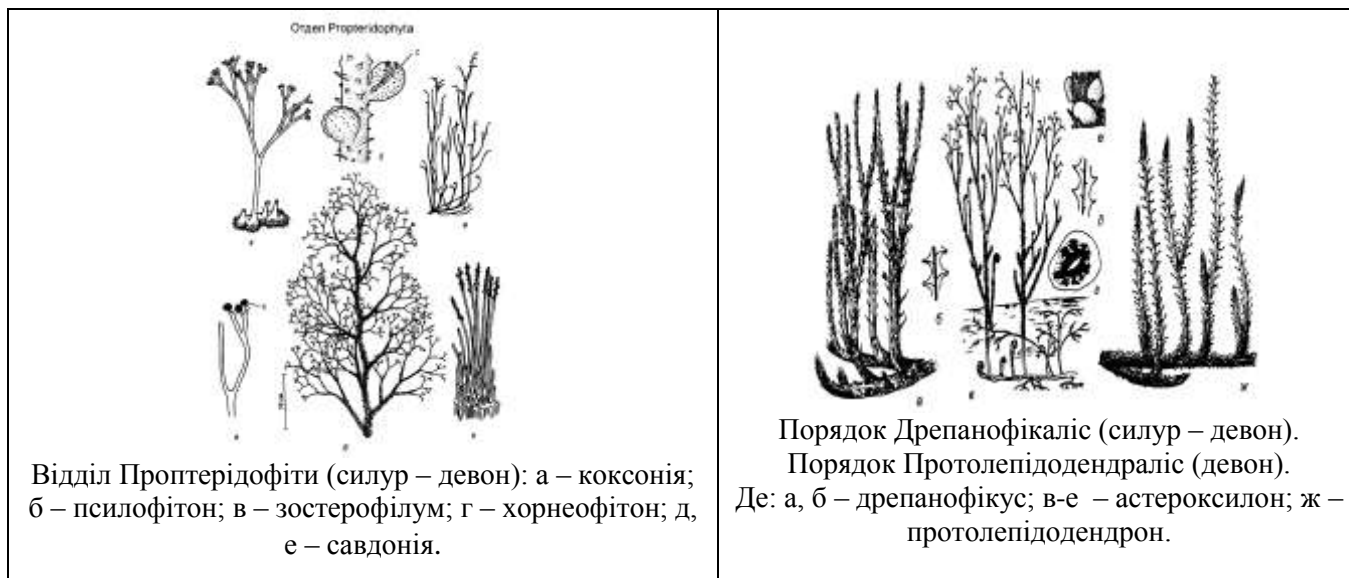


Рис. 8. Силурійські наземні вищі судинні рослини.

Завдання 9. Верхній ярус наземних екосистем Силура та Девона займали гігантські гриби – прототаксити. Діаметр їх «стовбура» становив 1,4 м, а висота – 9 м. До цих пір йдуть запеклі суперечки про те, гриби це чи рослини. Для відповіді на це запитання палеонтологами був проведений ізотопний аналіз сучасних рослин і грибів, а також - викопних рослин та прототакситів силурійського і девонського періодів. Ознайомтесь з даними, наведеними в таблиці 1 (значення показника ізотопного фракціонування вуглецю для різних сучасних груп живих організмів), і на малюнку 9 (значення показника ізотопного фракціонування вуглецю для силурійських рослин і грибів), та дайте відповіді на наступні запитання:

1) Як розрахувати показник ізотопного фракціонування вуглецю δ^{13C} для конкретних груп рослин та грибів? _____

2) Проаналізуйте дані, наведені в таблиці 1, і дайте відповіді на наступні запитання:

а) Як відрізняються значення показника ізотопного фракціонування для рослин певної групи і сапрофітних грибів, які харчуються рослинами даної групи? _____

б) Чому в трофічному ланцюгу відбувається накопичення важкого ізотопу вуглецю і відповідне збільшення значень показника ізотопного фракціонування вуглецю? _____

2) Використовуючі дані, наведені на малюнку 9:

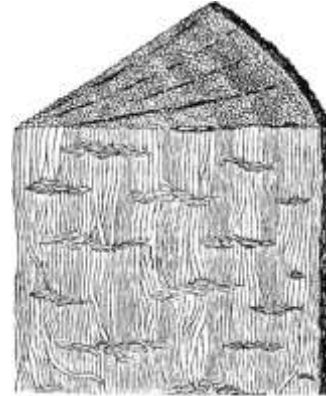
а) знайдіть величину показника ізотопного фракціонування для різних викопних рослин та внесіть отримані дані до таблиці 1;

б) знайдіть величину показника ізотопного фракціонування для викопних організмів - прототакситів - і внесіть отримані дані в таблицю 1.

3) На підставі отриманих Вами даних, зробіть висновок про те, до якої групи живих організмів відносяться викопні прототаксити – до рослин чи до сапрофітних грибів. _____



Прототаксити (*Prototaxites*) — шести-дев'ятиметрові конусовиді споруди силурійського та девонського періодів, які нагадують скам'янілі хвойні дерева. Проте – це гігантські гриби.



Фрагмент викопного прототаксита (*Prototaxites*)

Таблиця 1. Значення показника ізотопного фракціонування вуглецю $\delta^{13}\text{C}$ для сучасних та викопних груп живих організмів

Значення показника ізотопного фракціонування вуглецю $\delta^{13}\text{C}$ для даної групи організмів:	Сучасні групи живих організмів:	Викопні групи живих організмів:
-20‰ -14‰	Сапрофітні гриби, які харчуються C_3 -рослинами	
-30‰ -21‰	C_3 -рослини	

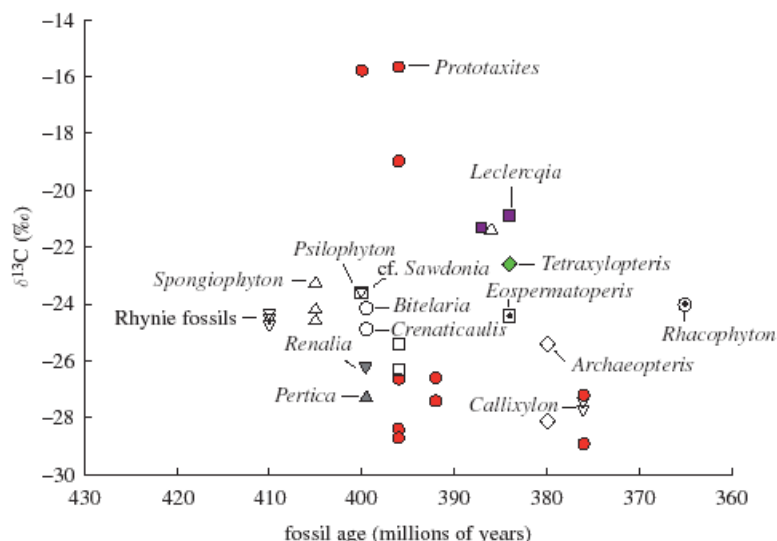


Рис. 9. Значення показника ізотопного фракціонування вуглецю $\delta^{13}\text{C}$ для викопних грибів (прототаксити, *Prototaxites*) та рослин (*Psilophyton*, *Archeopteris*, *Tetraxylopteris*, *Spongiophyton*, *Crenaticaulis*, *Leclercqia*, *Pertica*, *Renalia*, *Bitelaria*, *Racophyton*, *Callixylon* та ін.). Де: по осі ОХ – вік досліджених фосилій; по осі ОУ – значення показника ізотопного фракціонування вуглецю в досліджених фосиліях (‰)

Завдання 10. Пізньосилурійське масове вимирання видів живих організмів.

1) Скільки хвиль вимирання видів було в середині - наприкінці Силурійського періода? _____

2) Перерахуйте, які групи організмів найбільш постраждали в ході цих вимирань. _____

3) Якими були катастрофічні причини масового вимирання видів наприкінці силурийського періода? _____

4) Якими були еволюційні причини масового вимирання видів наприкінці силурийського періода? _____

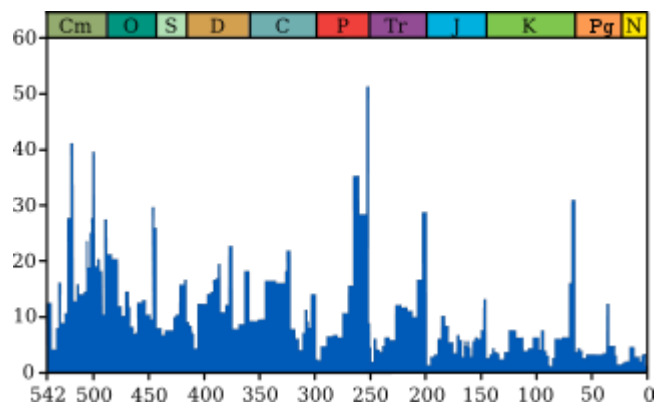


Рис. 10. Гістограма вимирання видів в фанерозої.

Контрольні запитання:

1. Розташування континентів, кліматичні умови, рівень води в океані в Силурийському періоді.
2. Швидкість відновлення біоти після Ордовицького вимирання видів.
3. Продовження формування еволюційног дерева хордових в Силури.
4. Механізм формування та час появи зубів і щелеп у хордових.
5. Особливості наземної біоти в Силурийському періоді. Перший механізм формування листя у рослин. Прототаксиди. Наземні тварини.
6. Масові вимирання видів живих тварин в середині та наприкінці Силура. Причини.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Кальо Д.Л. Силур // Стратиграфия и палеонтология древнего фанерозоя. М., 1984.
2. Кульков Н.П., Ивановский А.Б. Стратиграфические подразделения силура // Геология и геофизика. 1978. № 9.
3. Сеславинский К.Б. О климате силура // Докл. АН СССР. 1976. Т. 230. № 3.

Практична робота № 8

Тема: Палеоекологія Девонського періода (416-360 млн.р.т)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Девонському періоді Палеозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть схему розташування континентів в Девонському періоді (Рис. 1), порівняйте її зі схемою розташування континентів в Силурійському періоді та дайте відповіді на наступні запитання:

1) Які зміни в розташуванні континентів відбулись в Девонському періоді порівняно з Силурійським періодом? _____

2) Який цикл гороутворення мав місце на початку – в середині Девонського періода? _____

3) Який цикл гороутворення розпочався наприкінці Девонського періода? _____

4) В чому полягає загальне правило часового взаємозв'язку між інтенсивністю вулканізму та інтенсивністю тектонічних рухів земної кори? _____

5) Який з вказаних вище процесів (вулканізм чи тектонізм) переважав спочатку Девонського періода? _____

6) Який з вказаних вище процесів переважав наприкінці Девонського періода? _____



Рис. 1. Розташування континентів в Девонському періоді.

Завдання 2. Проаналізуйте графіки, представлені на малюнку 2, і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть, як змінювалась температура навколишнього середовища спочатку – в середині та наприкінці Девонського періода? _____

2) Коли розпочалось зростання середніх глобальних температур на Землі? _____

3) Вкажіть, які можливі причини роста температур на Землі в Силурійському – Девонському періодах? _____

4) Як і чому змінилась концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Девонському періоді? _____

5) Який процес в Девонському періоді розпочався раніше: ріст концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі чи ріст середніх глобальних температур? _____

6) Чи вплинуло зростання концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі на значення середніх температур? _____

7) Що таке «трансгресія моря»? _____

8) Що таке «регресія моря»? _____

9) Як і чому змінився рівень моря на початку Девонського періода? _____

10) Як і чому змінився рівень моря в середині Девонського періода? _____

11) Чому наприкінці Девонського періода рівень моря знову різко знизився? _____

12) Перерахуйте джерела надходження кисню в навколишнє середовище _____

13) Вкажіть рівень кисню в навколишньому середовищі на початку Девонського періода _____

14) Наскільки знизився рівень кисню в навколишньому середовищі наприкінці Девонського періода і чому це відбулось? _____

3670 M. J. Benton *Review. Origins of modern biodiversity on land*

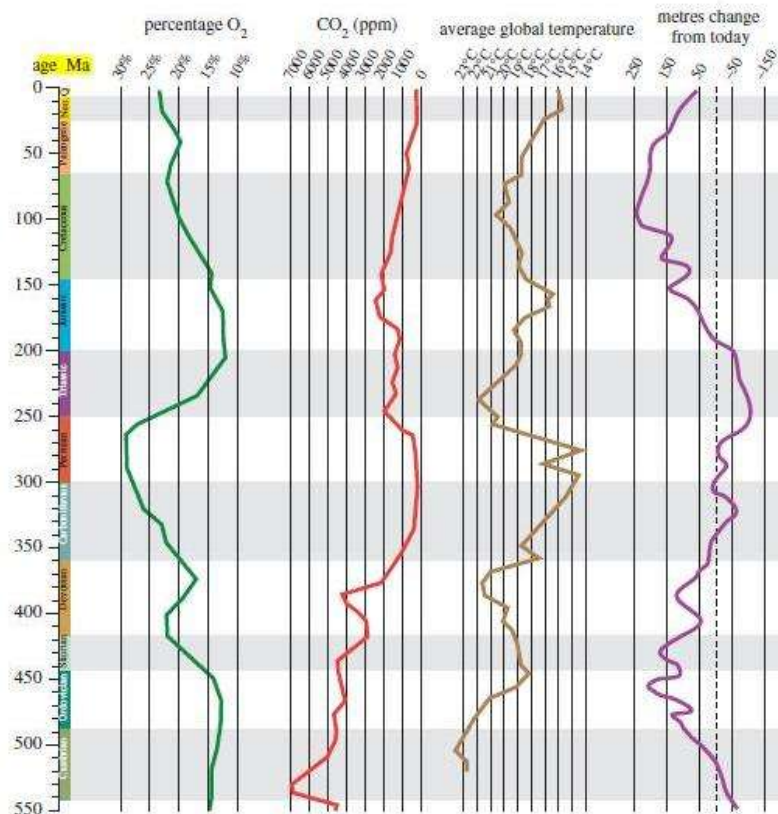


Рис. 2. Графіки змін концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем).

Завдання 3. Девонська морська та наземна революції біорізноманіття.

1) Як вплинули теплі кліматичні умови та висока концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Девонському періоді на чисельність рослин і, як наслідок, на чисельність тварин та грибів? _____

2) Що означає термін «Девонська морська та наземна революції біорізноманіття»? _____

3) Які фактори запустили процес диверсифікації видів в Девонському періоді? _____

4) Перерахуйте, які нові групи морських та наземних організмів з'явилися в Девонському періоді під час морської та наземної революції біорізноманіття _____

5) На малюнку 3А показана динаміка швидкості видоутворення у брахіопод та двостулкових молюсків в середині – наприкінці Девонського періода. Вкажіть, в які епохи відбувалось прискорення видоутворення у груп тварин, які досліджувались? _____

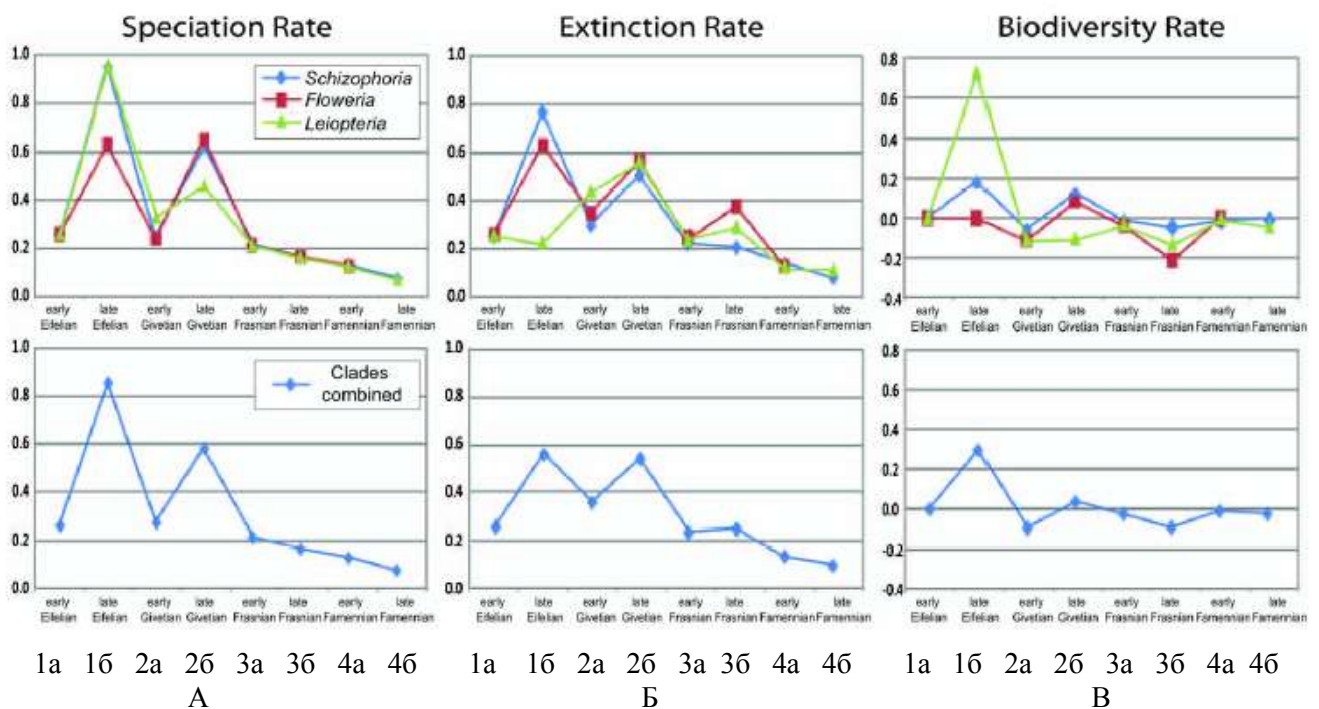


Рис. 3. А – швидкість видоутворення в середині – наприкінці Девонського періода; Б – швидкість вимирання видів в середині – наприкінці Девонського періода; В – величина біорізноманіття в середині – наприкінці Девонського періода. Де: верхня лінія графіків - представляє показники, розраховані індивідуально для декількох груп брахіопод та двостулкових молюсків; нижня лінія графіків – представляє результати усереднених даних для досліджуваних груп брахіопод та двостулкових молюсків. По осі ОХ - геологічні епохи (яруси) середині – кінця Девонського періода: 1 - Ейфельський (Eifelian), 397 - 391 млн.р.т.; 2 - Живетський (Givetian), 391 – 386 млн.р.т.; 3 - Франський (Frasnian), 386 – 375 млн.р.т.; 4 - Фаменський (Famennian), 375 – 360 млн.р.т.; а – початок епохи, б – кінець епохи. По осі ОУ – швидкість видоутворення (А); швидкість вимирання видів (Б); величина біорізноманіття (В).

7) На малюнку 3Б показана динаміка вимирання видів брахіопод та двостулкових молюсків в середині – наприкінці Девонського періода. Вкажіть, в які епохи відбувалось прискорення процесів вимирання видів досліджуваних тварин? _____

8) Що Ви можете сказати про співпадіння або не співпадіння в часі процесів видоутворення та вимирання видів для брахіопод та двостулкових молюсків? _____

9) Які причини могли викликати одночасно високу швидкість появи нових видів та вимирання старих видів живих організмів? _____

10) В яку епоху Девонського періода величина біорізноманіття була максимальною і чому (Рис. 3В)? _____

Завдання 4. Вихід давніх риб на суходіл. На малюнку 4А показана Девонська риба, яка була спроможною пересуватись по суходолу.

1) Що примусило давніх Девонських риб почати освоєння суходолу? _____

2) Що означає термін «дводишна риба»? _____

3) Які ще особливості будови тіла кистеперих риб полегшили їм освоєння суходолу? _____

4) Яким є механізм перетворення плавців в кінцівки наземного типу? _____

5) Коли і скільки разів в історії розвитку життя на Землі відбувалась втрата плавців у риб? _____

6) Чому елементи середнього вуха з'явилися вперше у кистеперих риб і отримали свій подальший розвиток у всіх наземних чотириногих тварин? _____

7) Чому тіктаалік (рис. 4 Б-В) – це перехідна форма між рибами та земноводними? _____

8) В чому полягає сутність біогенетичного закону Геккеля? _____

9) Наведіть приклад, який підтверджує справедливість закону Геккеля для земноводних тварин _____



Рис. 4 А. Еустеноптерон — девонська риба, яка, вочевидь, була спроможною пересуватись по суходолу.

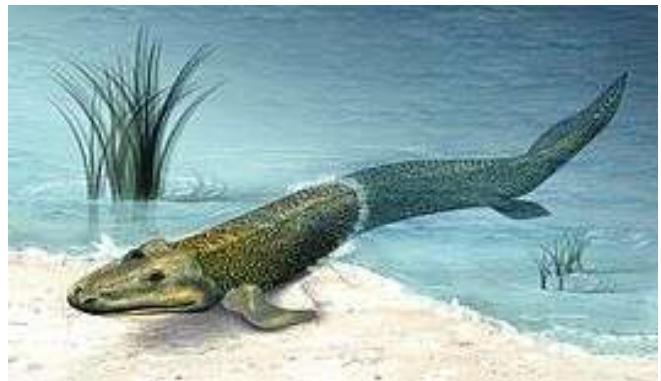


Рис. 4 Б. Тіктаалік – род викопних девонських лопастеперих риб. Це перехідна форма між рибами та земноводними.

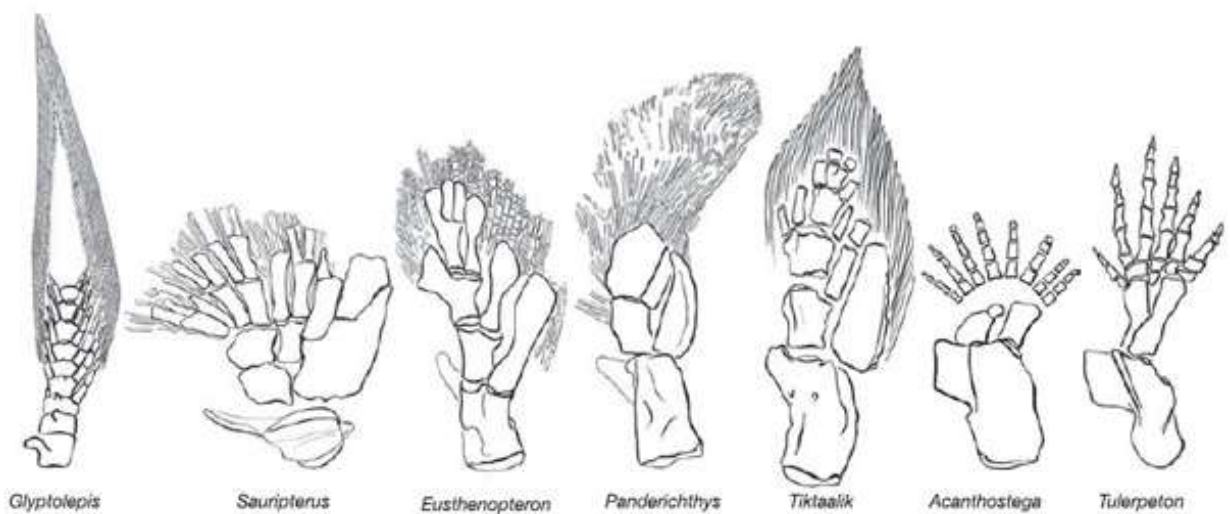


Рис. 4 В. Будова передніх кінцівок у давніх кистеперих риб (ліворуч від тіктааліка) та найдавніших земноводних (праворуч від нього). Зверніть увагу на багатопалість акантостеги (8 пальців) та тулерпетона (6 пальців)!

Завдання 5. Перші земноводні в історії Землі. На малюнках 5А-Б наведені реконструкції зовнішнього вигляду перших земноводних - акантостегі та іхтіостегі. Аналіз будови суглобів та характеру зчленування кісток, а також моделювання рухів в даних кінцівках дозволило палеонтологам зробити висновок про те, що перші земноводні були переважно водними мешканцями і лише значно пізніше з'явились наземні групи земноводних. Чому у переважно водних організмів закріпились ознаки, необхідні сугобо для наземного способу життя: чотирилапі кінцівки, легеневе дихання, середнє вухо і т.п.?

--	--

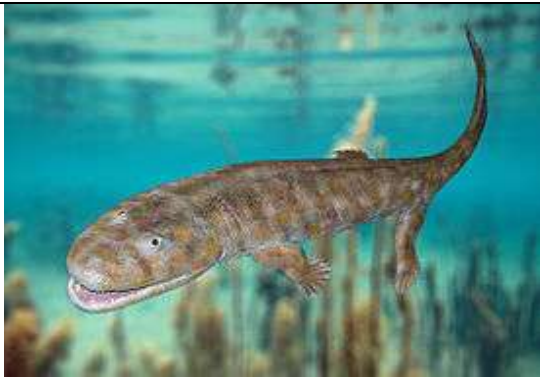


Рис. 5 А. Акантостега – вимерле земноводне Девонського періода, яке вело водний спосіб життя.



Рис. 5 Б. Іхтіостега – вимерле земноводне Девонського періода, яке вело водний спосіб життя.

Завдання 6. Поява в Девонському періоді деревної форми життя у наземних рослин і поява перших лісів.

1) Які зміни в будові рослин дозволили їм перейти до деревної форми життя (Рис. 6 Б)? _____

2) В яких рослин вперше з'явився механізм біосинтеза лігніна? _____

3) Яку функцію виконує лігнін в клітинних стінках прибережних водоростей? _____

4) Серед деяких вимерлих маленьких псилофітонів раннього Девона (407 млн.р.т.) було виявлено появу деревини у малорослих рослин (Рис. 6А). Про що свідчить той факт, що тривалий час деревина формувалась у малорослих рослин? Для чого малорослі рослини використовували елементи деревини в своїй структурі? _____

5) Яка ще важлива зміна в особливостях росту девонських рослин повинна була відбутись, окрім початку біосинтезу лігніну, для розвитку нової життєвої форми – дерево? Для відповіді на це запитання використовуйте малюнок 6В. _____

6) Що таке «вторинний ріст тканини»? _____

7) Яким групам наземних рослин дали початок псилофітові в Девонському періоді? _____

8) Чому деревина та деревні форми життя у наземних рослин з'явилися лише в Девонському періоді? _____

9) Яку екологічну перевагу отримали рослини разом з новою життєвою формою - дерево? _____

10) Що таке «ярусність»? _____

11) Палеонтологічні дані свідчать про те, що вже перші Девонські ліси були багоярусними: в верхньому ярусі росли деревовиді папороті, заввишки 8-9 м, в середньому ярусі росли

голонасінневі дерева заввишки до 4 м та з діаметром стовбуру 1,5 м, а в нижньому ярусі росли невеликі деревовиді плауни. Якими є екологічні причини формування багатоярусних екосистем?

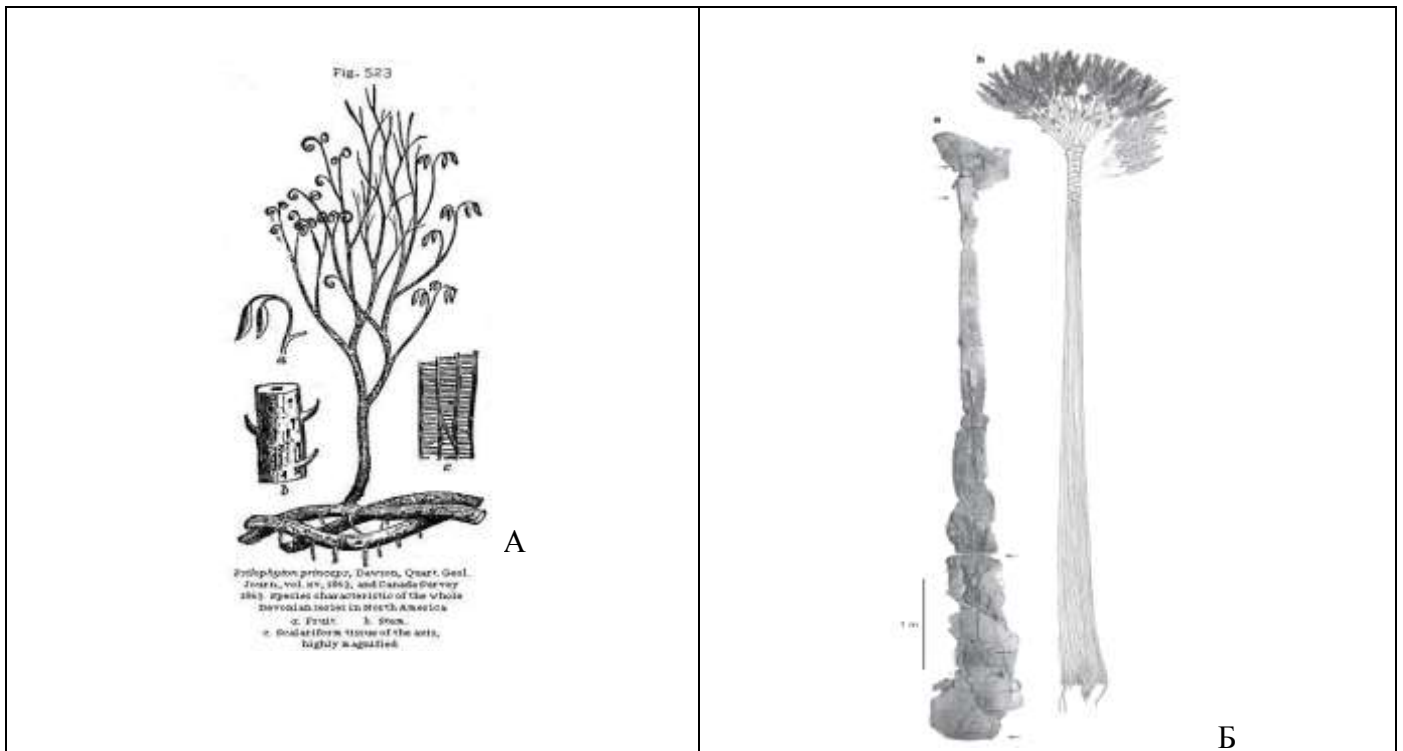


Рис. 6. А - Псилофітон – представник давніх псилофітових наземних рослин, які дали початок папоротям та іншим вищим судинним рослинам. Б - Реконструкція загального вигляду одного з самих давніх з відомих на сьогодні дерев - *Eospermatopteris*, відновленого за скам'янілими рештками.

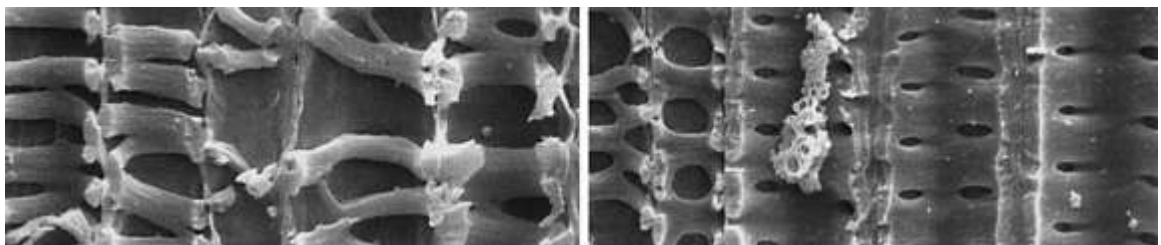


Рис. 6 Б. Електронна мікрофотографія судинних пучків які містять деревину (лігнін).

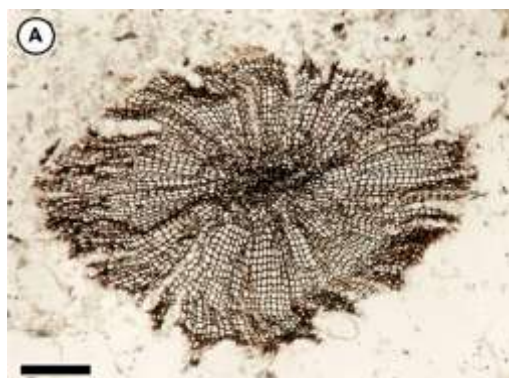


Рис. 6 В. У ранньодевонської рослини *Franhueberia gerriennei* був виявлений вторинний ріст тканини, який забезпечує потовщення стовбура рослини.

Завдання 7. Палеобіоінвазії. На малюнку 7 представлена динаміка кількості біоінвазій брахіопод та двостулкових молюсків в середині - наприкінці Девонського періода. Проаналізуйте графік на малюнку 7 і дайте відповіді на наступні запитання:

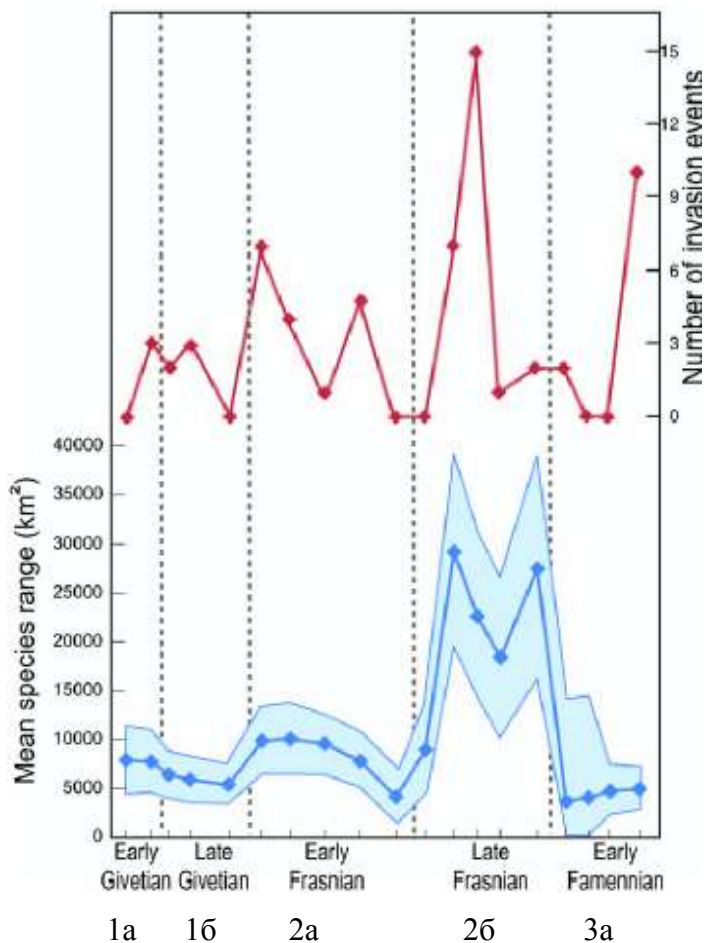


Рис. 7. Верхній графік - динаміка кількості подій біоінвазій брахіопод та двостулкових молюсків в середині - наприкінці Девонського періода. Нижній графік – середня географічна площа мешкання брахіопод та двостулкових молюсків певного виду (дозволяє розрізнити ендемічні та космополітні види). По осі ОХ - геологічні епохи (яруси) середини – кінця Девонського періода: 1 - Живетська (Givetian), 391 – 386 млн.р.т.; 2 - Франська (Frasnian), 386 – 375 млн.р.т.; 3 - Фаменська (Famennian), 375 – 360 млн.р.т.. а – початок епохи; б - кінець епохи. По осі ОУ - кількість подій біоінвазій (для верхнього графіка); середня географічна площа мешкання видів (для нижнього графіка).

- 1) Які види живих організмів називаються ендеміками? _____
- 2) Які види живих організмів називають космополітами? _____
- 3) Що таке «біоінвазія»? _____
- 4) Вкажіть, як змінилась кількість подій біоінвазій протягом Фраснійської епохи Девонського періоду _____
- 5) Чому саме в цю епоху кількість біоінвазій різко зросла? Для відповіді на це запитання зіставте час максимальної інтенсивності біоінвазій та криву змін рівня моря (Рис. 2). _____
- 6) Як впливають інвазивні види на стан видів-ендеміків? _____
- 7) Чому спостерігається подібна закономірність? _____

Практична робота № 9

Тема: Палеоекологія Кам'яновугільного періода (Карбона) (360-299 млн.р.т.)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Кам'яновугільному періоді Палеозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть схему розташування континентів наприкінці Кам'яновугільного періода (Рис. 1) і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Який цикл гороутворення був в Кам'яновугільному періоді? _____

2) Як змінилось взаємне розташування континентів наприкінці Кам'яновугільного періода? _____

3) Формування суперконтинента Пангеї II змінило характер океанічних течій. До яких наслідків це призвело? _____

4) Які процеси переважали в Кам'яновугільному періоді – вулканізм чи тектонічні рухи земної кори? _____



Рис. 1. Розташування континентів наприкінці Кам'яновугільного періода.

Завдання 2. Проаналізуйте графіки на малюнку 2 і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть, як змінився вміст кисню в навколишньому середовищі в Кам'яновугільному періоді? _____

2) Якими є причини росту концентрації кисню в навколишньому середовищі в Кам'яновугільному періоді? _____

3) Вкажіть, як змінився вміст вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Кам'яновугільному періоді. _____

4) Якими є причини зниження концентрації вуглекислого газу в Кам'яновугільному періоді? _____

5) Як змінилась середня температура на Землі в Кам'яновугільному періоді? _____

6) Якими є причини зниження температури навколишнього середовища в Кам'яновугільному періоді? _____

7) Якими були наслідки зниження температури навколишнього середовища в Кам'яновугільному періоді? _____

8) Вкажіть, як змінився рівень моря з середини Девона до середині Карбона? _____

9) Чому рівень моря у вказаний проміжок часу різко знизився? _____

10) Якими були причини зростання посушливості клімату наприкінці Кам'яновугільного періода? _____

11) Якими були кліматичні і тектонічні причини формування покривного зледеніння на півдні Гондвани наприкінці Кам'яновугільного періода? _____

12) Що таке «тіліти»? Яку роль відіграють тіліти в палеорекострукції кліматичних умов минулих епох? _____

3670 M. J. Benton *Review. Origins of modern biodiversity on land*

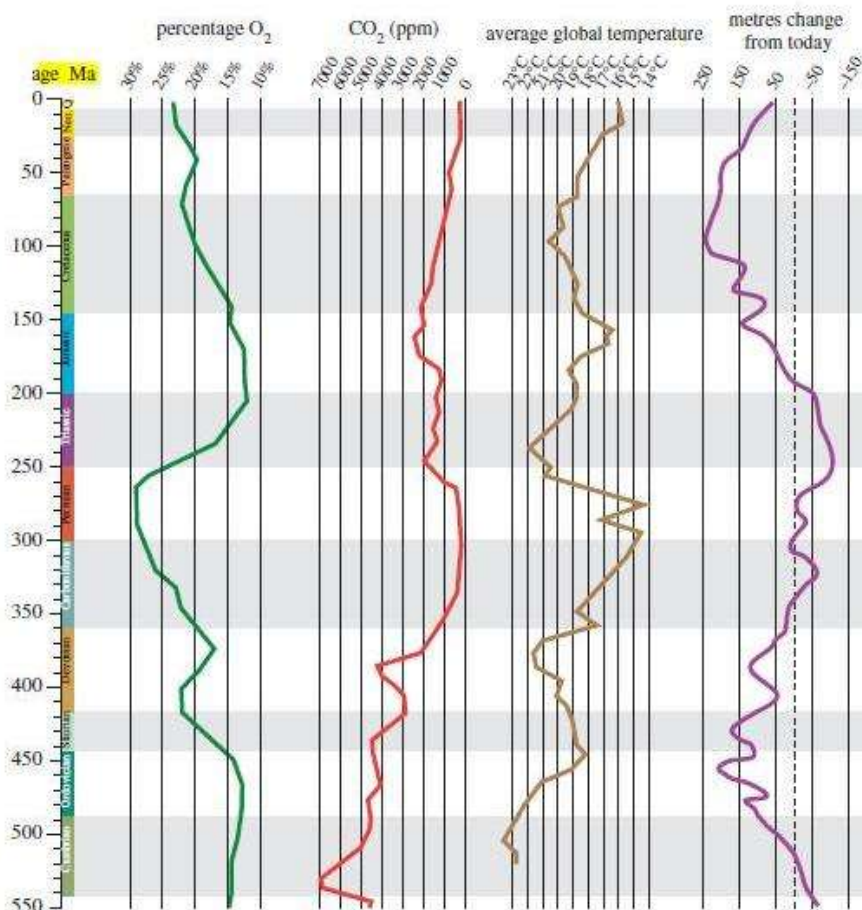


Рис. 2. Графіки зміни концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем).

Завдання 3. На малюнку 3 представлена реконструкція зовнішнього вигляду (А) та внутрішня раковина (Б) белемніта – представника нового отряду головоногих молюсків, які з'явилися в Кам'яновугільному періоді.

1) Вкажіть, які групи головоногих молюсків і з яким типом раковини з'явилися:

- в Кембрії - _____
- в Ордовику - _____
- в Девоні – _____
- в Карбоні – _____

2) Яку екологічну перевагу отримали головоногі молюски, в яких замість зовнішньої раковини з'явилась внутрішня раковина? _____



Рис. 3 А. В Карбоні з'явилися белемніти – новий отряд головоногих молюсків (реконструкція)



Рис. 3Б. Скам'янілі рештки внутрішніх раковин белемнітів

Завдання 4. На малюнку 4 представлено схематичне зображення дірки Ромера (Romer's Gap).

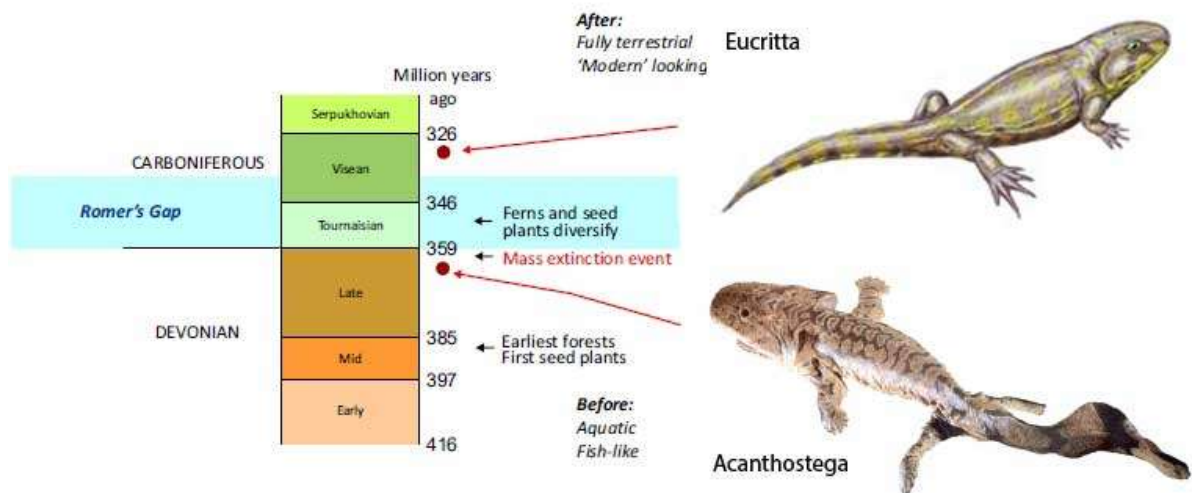


Рис. 4. Схематичне зображення «дірки Ромера» (Romer's Gap).

1) Що таке «дірка Ромера»? _____

2) В якому часовому інтервалі була зареєстрована дірка Ромера? _____

3) Якими є причини практично повної відсутності викопних рештків чотирилапих наземних тварин в часовому інтервалі дірки Ромера? _____

4) Фосилії яких ще груп тварин практично повністю відсутні в горизонтах раннього Карбону? _____

5) «Дірка Ромера» закінчилась 345 млн.р.т. потужною диверсифікацією видів нових наземних рослин, членистоногих та амфібій. Які фактори запустили процеси диверсифікації в екосистемах Кам'яновугільного періода? _____

Завдання 5. На малюнку 5 А представлена реконструкція зовнішнього вигляду котилозавра - одного з перших представників рептилій, які з'явилися в Кам'яновугільному періоді.

1) В чому полягають відмінності в будові яйця рептилій, порівняно з земноводними? _____

2) Яку екологічну перевагу надає рептиліям такий тип будови яйця? _____

3) На малюнках 5 Б-В представлена реконструкція зовнішнього вигляду сеймурії та антракозавра. На підставі якого важливого критерію сеймурія відноситься вже до рептилій, тоді як антракозавр – до земноводних (незважаючи на його зовнішню подібність до рептилій)? _____



Рис. 5 А. Котилозавр – представник групи вимерлих примітивних рептилій, які з'явилися в середині Карбона.

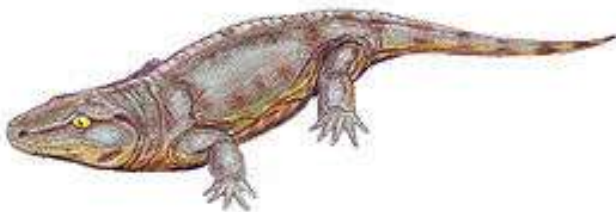


Рис. 5 Б. Сеймурія (*Seymouria baylorensis*) – представник парарептилій (однієї з перших груп рептилій).

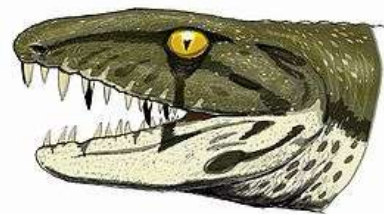


Рис. 5 В. Антракозавр (*Anthracosaurus russelli*) – представник земноводних з рисами примітивних рептилій.

Завдання 6. На малюнках 6 А-Б представлена реконструкція зовнішнього вигляду петролакозавра (А) та офіакодона (Б) – представників двох основних груп рептилій (завроморф і тероморф), які виділились практично одразу, після появи рептилій.

1) Дайте загальну характеристику тероморфній лінії рептилій: _____

2) Дайте загальну характеристику завроморфній лінії рептилій: _____

3) Яка з груп – тероморфи чи завроморфи – почала інтенсивно розвиватися наприкінці Карбону? Чому? _____



Рис. 6 А. Петролакозавр – один з найдавніших представників завроморфної лінії рептилій. Предкова форма для сучасних рептилій, а також для динозаврів і птахів. Пізній Карбон.



Рис. 6 Б. Офіакодон (*Ophiacodontidae*) – один з представників тероморфної лінії рептилій. Карбон.

Завдання 7. На малюнку 7 представлений фосилізований відбиток гігантського літаючого комахи меганеври (А) та реконструкція зовнішнього вигляду гігантської багатоніжки артроплеври (Б), які мешкали в Кам'яновугільному періоді.

1) Чому гігантські форми членистоногих були виявлені саме:

- в пізньому Ордовіку (гігантські трилобіти, гігантські хробаки); _____
- в ранньому Девоні (гігантські ракоскорпіони, гігантські риби); _____
- в пізньому Карбоні (гігантські багатоніжки, гігантські бабки)? _____

Для відповіді на це запитання – порівняйте час появи гігантських форм тварин з кривою концентрації кисню в навколишньому середовищі (Рис. 2).

*NB: Досліди з мухами дрозофілами показали, що за умови надлишку кисню – вже у п'ятому поколінні дрозофіли стають гігантами.



Рис.7 А. Гігантський комаха *Meganeura*, подібний до бабки, розмах крил 75 см. Пізній Карбон.



Рис. 7 Б. Гігантська багатоніжка артроплевра. Карбон.

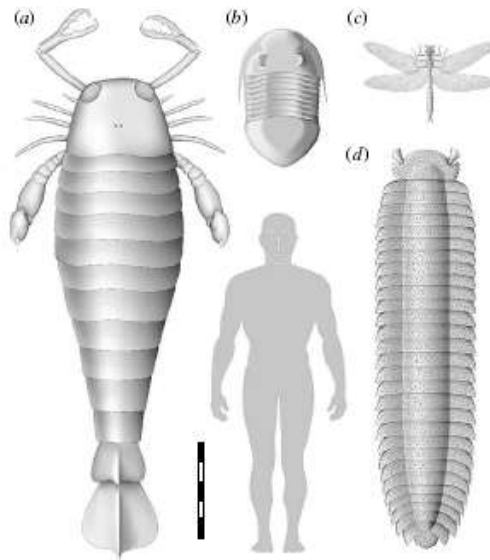


Рис. 7 В. Гігантські форми палеозойських тварин. а – гігантський ракоскорпіон *Jaekelopterus rhenaniae* з групи еуриптерід, ранній Девон; б – гігантський трилобіт *Isoteluis rex*, пізній Ордовик; с – гігантська бабка *Meganeura tonii*, пізній Карбон; d – гігантська багатоніжка *Artropleura armata*, пізній Карбон. Масштабна шкала – 50 см.

Завдання 8. На малюнку 8 Б видно річні кільця наростання на спилі дерева Кам'яновугільного періода.

1) Якою є причина формування річних кілець наростання на спилах сучасних дерев (Рис. 8А)? ____

2) При що свідчить поява річних кілець приросту на спилі дерев Кам'яновугільного періода? ____

3) Чому саме в Кам'яновугільному періоді з'явилися перші листопадні рослини (голонасінні з групи гінкгових)? ____



Рис. 8 А. Річні кільця приросту у сучасного дерева.

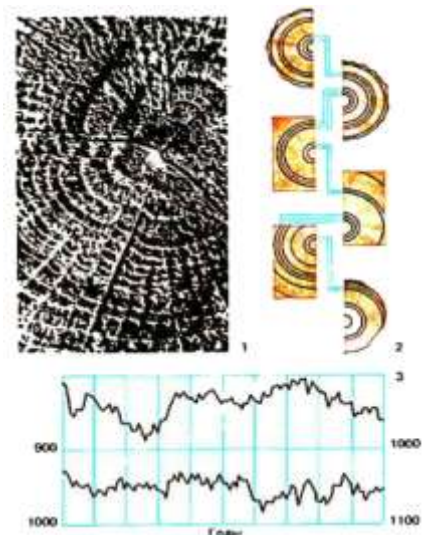


Рис. 8 Б. Річні кільця приросту у викопного дерева.

Завдання 9. На малюнку 9 представлена реконструкція зовнішнього вигляду деяких дерев, які формували ліси в Кам'яновугільному періоді.

1) Дайте загальну характеристику лісів вологих екваторіальних та тропічних районів Землі в Кам'яновугільному періоді (т.з. «лісів – боліт»). ____

2) Яким є механізм формування кам'яного вугілля з рештків дерев екваторіальних та тропічних лісів? _____

3) Чому саме наприкінці Кам'яновугільного періода сформувалась більшість вугільних пластів Землі? _____

4) Чому 299 млнл.р.т. тропічні дощові ліси змінились папоротевими лісами? _____

5) Дайте загальну характеристику лісів помірної кліматичної зони Кам'яновугільного періода _____

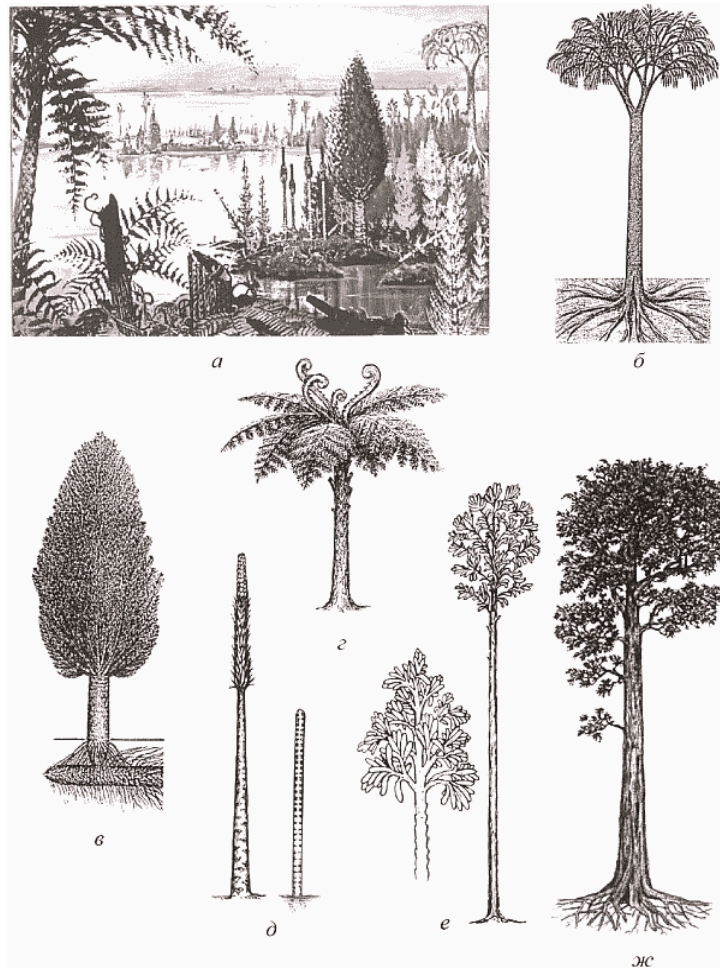


Рис. 9. Рослинний світ Кам'яновугільного періода: а – заболочений Карбоновий ліс; б, в, г – рослини, характерні для тропічної Єврамерійської області; д, е – рослини, характерні для нетропічної Ангарської області; ж – рослини, характерні для нетропічної Гондванської області; б – лепідодендрон (плауноподібні); в – каламіт (хвощеподібні); г – деревоподібна папороть; д – лоподендрон та томіодендрон (плауноподібні); е – кордаїти (хвойні); ж – глосоптерис (гінкгові).

Контрольні запитання:

1. Тектоніка Карбона. Розташування континентів в Карбоновому періоді. Зміни рівня моря. Причини посушливості клімату в Карбоновому періоді.
2. Причини росту концентрації кисню та зниження концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Кам'яновугільному періоді.
3. Кліматичні умови на початку та наприкінці Карбонового періода. Причини формування покривного зледеніння на півдні Гондвани. Тіліти.
4. Причини розквіту земноводних в Карбоні та причини їх подальшого еволюційного неспіху. Механізм появи безногих земноводних (аістопод) (360 млн.р.т.) та екологічні переваги такої форми тіла.
5. Поява рептилій (320 - 318 млн.р.т.). Причини еволюційного успіху рептилій. Тероморфна та завроморфна лінії еволюції рептилій.
6. Коропадні ліси-болота Карбонового періода. Механізм формування кам'яного вугілля. Листопадні ліси помірних широт. Механізм появи листопадності та його екологічне значення.
7. Причини гігантства дерев, комах, багатоніжок в Карбоновому періоді.
8. Екологічні причини та наслідки появи в Карбоні літаючих комах (310 млн.р.т.).

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Кашик Д.С. Масштабы трансгрессии и резкое изменение климата как возможные критерии установления границы карбона и перми // Труды Межведом. Стратиграф. Комитета СССР. 1978. Т. 6.
2. Мейен С.В. Нижняя и верхняя границы карбона в континентальных отложениях // Границы геологических систем. М., 1976.
3. Эйнон О.Л. Об основных планетарных подразделениях каменноугольной системы // Геол. Журнал. 1977. № 6.

Практична робота № 10

Тема: Палеоекологія Пермського періода (299 – 251 млн.р.т.)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Пермському періоді Палеозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть схему розташування континентів в Пермському періоді (Рис.1) і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Який цикл гороутворення був в Пермському періоді? _____

2) З яких континентів сформувалась Лавразія? _____

3) З яких континентів сформувався суперматерик Пангея II? _____

4) Як розташування суперматерика Пангеї II вплинуло на кліматичні умови в Пермському періоді? _____

5) Чому в Пермському періоді на Землі дуже чітко простежувалась кліматична зональність? _____

6) Які кліматичні зони виділяли в межах суперматерика Пангеї II? _____

7) Чому в Пермському періоді навіть в тропічній області панували голонасінні рослини? _____

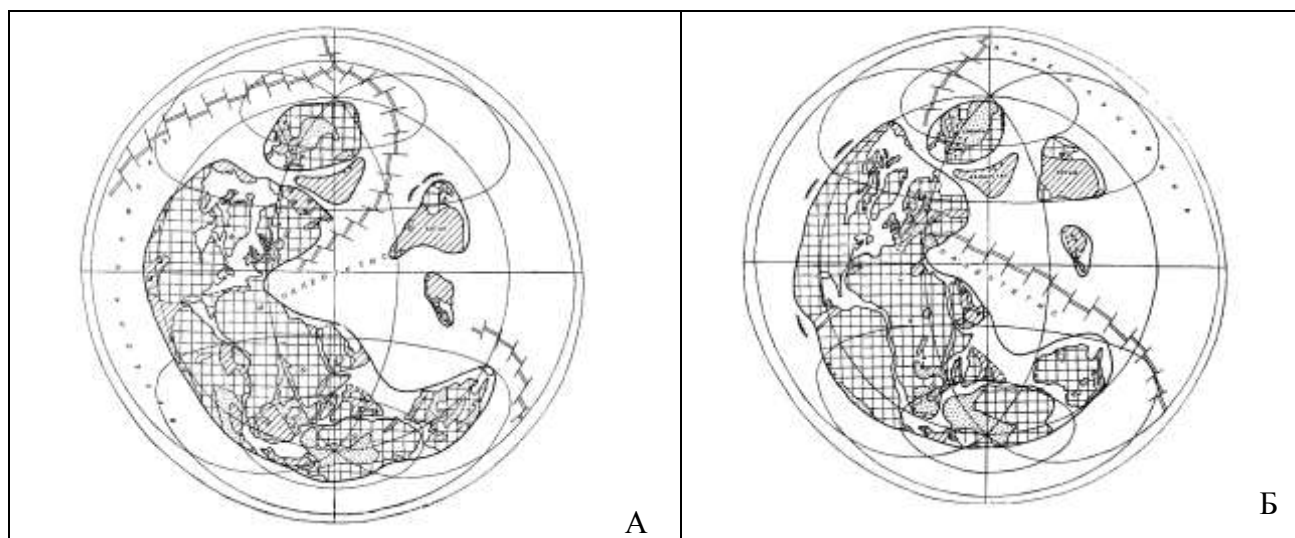


Рис. 1. Розташування континентів в Пермському періоді: А – рання Пермь; Б - пізня Пермь.

Завдання 2. Вивчіть графіки, представлені на малюнку 2, і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть рівень вмісту кисню в навколишньому середовищі на початку – в середині та наприкінці Пермського періода _____

2) Чому наприкінці Пермського періода різко знизилась концентрація кисню в навколишньому середовищі? (NB! І це падіння вмісту кисню тривало весь наступний Тріасовий період!) _____

3) Вкажіть, як змінився вміст вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Пермському періоді? _____

4) Чому наприкінці Пермського періода концентрація вуглекислого газу почала зростати? _____

- 5) Вкажіть, як змінювалась температура на Землі в Пермському періоді? _____
- 6) До яких наслідків призвело зростання температур навколишнього середовища на початку Пермського періода? _____
- 7) Чи був спровокований ріст температур навколишнього середовища на початку та наприкінці Пермського періода ростом концентрації вуглекислого газу в атмосфері? _____
- 8) Чим були викликані Пермські скачки температури на Землі? _____
- 9) Як і чому змінювався рівень моря в Пермському періоді? _____

3670 M. J. Benton *Review. Origins of modern biodiversity on land*

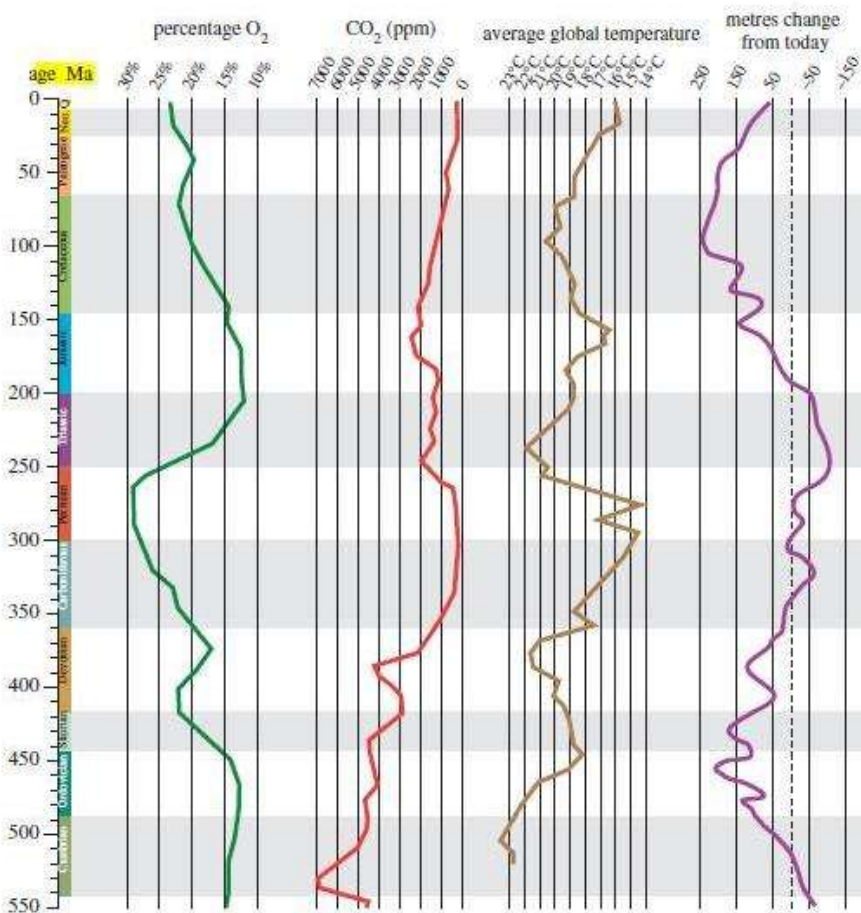


Рис. 2. Графіки зміни концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем).

Завдання 3. В ранній Пермі сталося Олсоновське вимирання видів живих організмів. Зокрема, на малюнку 3 представлені ліси - болота, які зникли в ході Олсоновського вимирання.

- 1) Вкажіть, якими були причини Олсоновського вимирання видів? _____
- 2) Які групи організмів зникли в ході Олсоновського вимирання видів? _____



Рис. 3. Ліс-болото. Рання Пермь.

Завдання 4. В середній Пермі був відмічений спалах диверсифікації у голонасінних рослин. На малюнку 4 представлені скам'янілі відбитки голонасінних рослин, які з'явилися в Пермському періоді.

- 1) Що таке диверсифікація? _____
- 2) Як змінилась кількість та поширеність голонасінних рослин починаючи з середини Пермського періода? _____
- 3) Чому починаючи з середини Пермського періода голонасінні рослини панували навіть в тропічній області? _____
- 4) Чому диверсифікація голонасінних рослин розпочалась в середині Пермського періода? _____

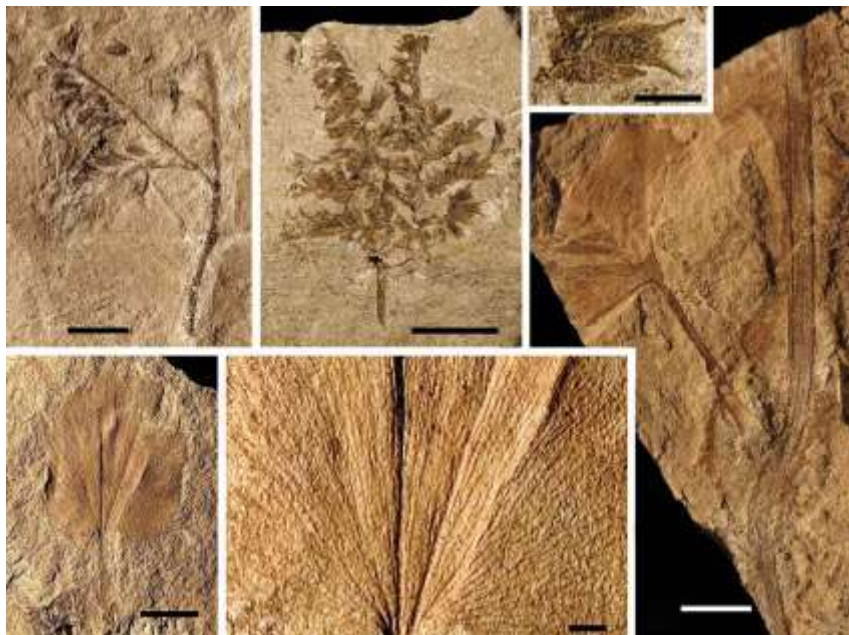


Рис. 4. Скам'янілі відбитки голонасінних рослин, які з'явилися в Пермському періоді - *Nystroemia reniformis* та *Chiropteris Kurr*. Рання Пермь.

Завдання 5. Перехід від хижацтва до рослиноїдності у деяких амфібій та рептилій (кінець Карбону – початок Пермі). На малюнках 5 А-Б представлена реконструкція зовнішнього вигляду діадектеса – одного з перших представників рослиноїдних амфібій (А) та едафозавра – одного з перших представників рослиноїдних рептилій (Б).

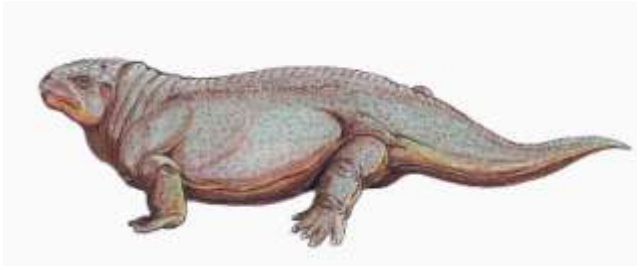


Рис. 5А. Реконструкція зовнішнього вигляду діадектеса (*Diadectes sideropelicus*) – першої рослиноїдної амфібії в історії Землі. Довжина тіла 1,5 – 3 м. Пізній Карбон - рання Пермь. 300 – 272 млн.р.т.



Рис. 5 Б. Едафозавр (*Edaphosaurus novomexicanus*) – представник перших рослиноїдних рептилій. Довжина тіла 2,5 м. Пізній Карбон – рання Пермь.

- 1) Чим харчувались перші земноводні та перші рептилії? _____
- 2) Чому наприкінці Карбону – на початку Пермського періода частина земноводних та рептилій перейшла до харчування рослинною їжею? _____
- 3) Як за будовою зубів тварини (Рис. 5 В-Д) можливо встановити її тип харчування? _____



Рис. 5В. Передній кусательний зуб діадектеса.



Рис. 5 Г. Жувальний зуб діадектеса.

- 4) Діадектеси, едафозаври, котилорінхи та ін. - сягали в довжину декількох метрів. Чому холоднокровні тварини, які переходять до харчування рослинною їжею, зазвичай, сягають дуже великих розмірів (проте, це не відноситься до теплокровних тварин)? _____
- 5) Наприкінці Пермського періода в наземних екосистемах сформувались трофічні піраміди за структурою аналогічні сучасним наземним трофічним пірамідам. Що таке трофічна піраміда? _____
- 6) Які компоненти входять до структури наземної трофічної піраміди? _____
- 7) Яким є співвідношення продуцентів, консументів I порядку, консументів II порядку і т.н. в трофічних пірамідах? _____

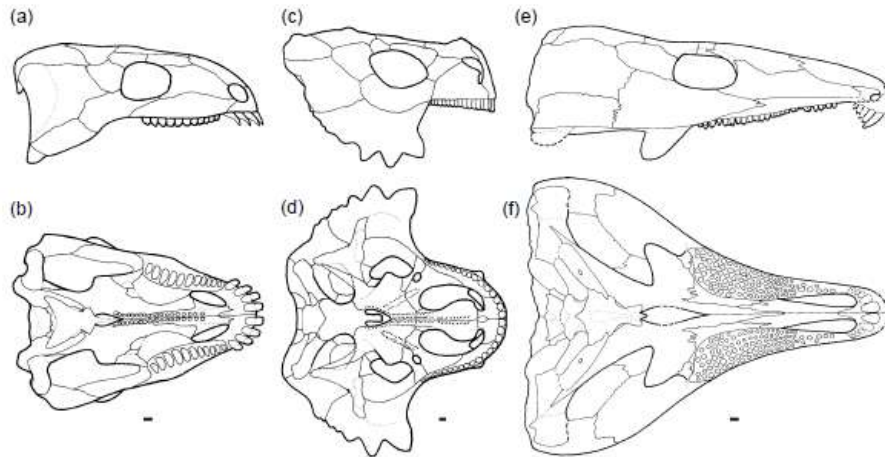


Рис. 5 Д. Щелепа рослинної амфібії діадектеса (*Diadectes*) (a,b) та двох рослинних рептилій – скутозавра (*Scutosaurus*) (c, d) і лабідозавра (*Labidosaurikos*), (e, f). Де: а ,с, е – вигляд збоку; b, d, f – вигляд знизу.

Завдання 6. Масове вимирання видів живих організмів наприкінці Пермського періода.

1) Які групи організмів найбільше постраждали в ході масового вимирання видів наприкінці Пермського періода? _____

2) Перерахуйте катастрофічні причини масового вимирання видів наприкінці Пермського періода _____

3) Що таке «трапи»? _____

4) Чому наприкінці Пермського періода відбулась масова загибель лісів? _____

5) Що таке «астроблема»? _____

6) Вкажіть, які поступові зміни умов навколишнього середовища сприяли масовому вимиранню видів наприкінці Пермського періода _____

7) Чому наприкінці Пермського періода змінились кліматичні умови на Землі? _____

8) Чому в ході масового вимирання видів – в першу чергу зникли гігантські види дерев, риб, комах і т.н.? _____

9) Вкажіть еволюційні причини масового вимирання видів наприкінці Пермського періода _____

10) Вивчіть графіки вимирання рослин, безхребетних та хребетних тварин в Пермському періоді (Рис. 6). Використовуючи дані графіки, встановіть, одночасно чи ні відбувалось зменшення кількості видів рослин, безхребетних та хребетних тварин протягом Пермського періода. Чи є можливим таке співвідношення кривих вимирань при катастрофічних причинах зникнення живих організмів? (порівняйте з кривими вимирання рослин, безхребетних та хребетних тварин наприкінці Крейдового періода 65 млн.р.т.). _____

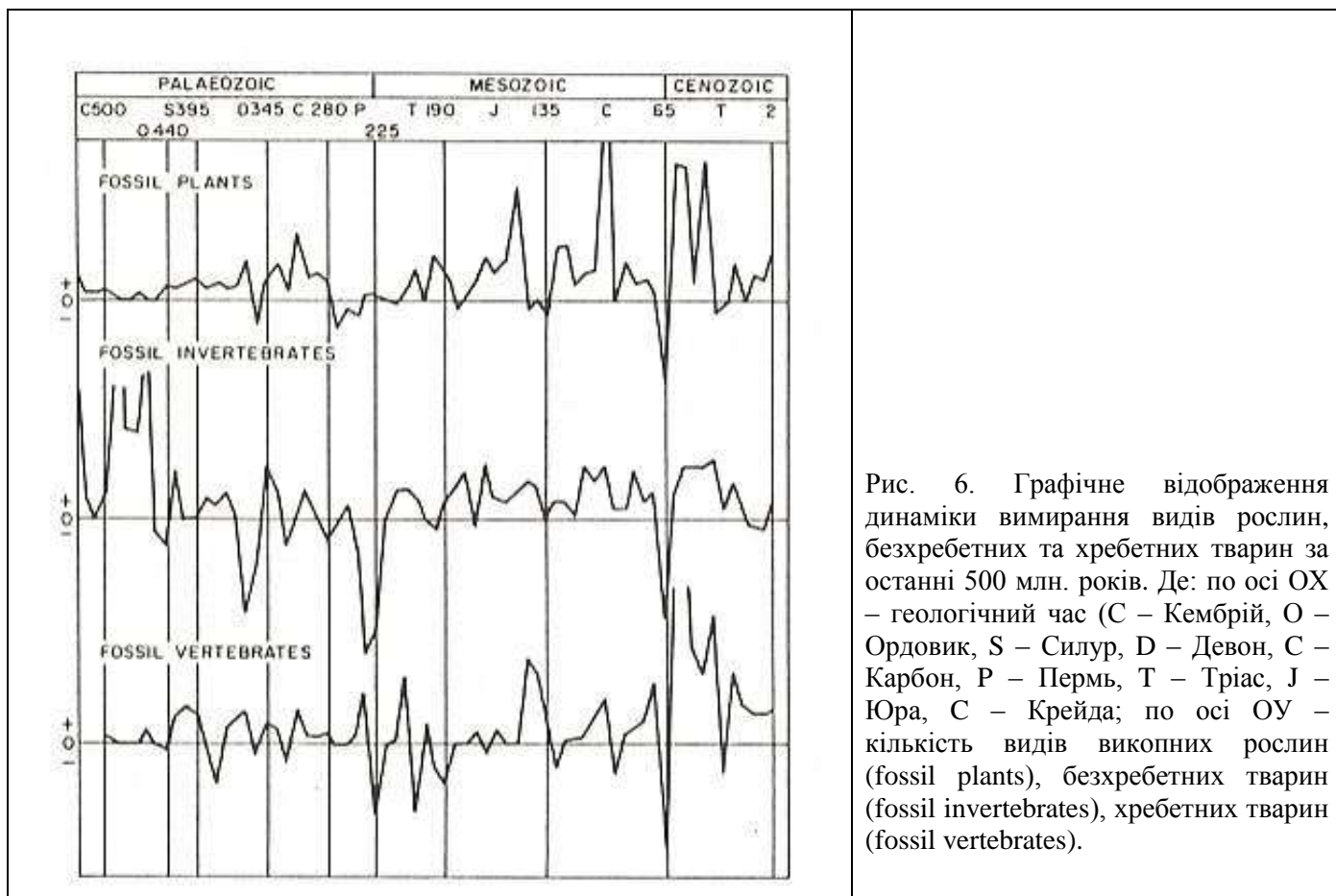


Рис. 6. Графічне відображення динаміки вимирання видів рослин, безхребетних та хребетних тварин за останні 500 млн. років. Де: по осі OX – геологічний час (C – Кембрій, O – Ордовик, S – Силур, D – Девон, C – Карбон, P – Пермь, T – Тріас, J – Юра, C – Крейда; по осі OY – кількість видів викопних рослин (fossil plants), безхребетних тварин (fossil invertebrates), хребетних тварин (fossil vertebrates).

Завдання 7. Пермське «бутилкове горлечко» еволюції.

1) Що означає термін «бутилкове горлечко» еволюції? _____

2) Використовуючи малюнок 7, вкажіть, для яких груп живих організмів масове вимирання видів наприкінці Пермського періода стало «бутилковим горлечком» еволюції? _____

Геологическое время		Р а с т е н и я											Ж и в о т н ы е																										
		Живые					Высшие						Простейшие		Кишечно- полостные			Моллюски				Игло- кожие		Хордовые															
		Бактерии	Водоросли	Псилофитовые	Плауновидные	Членистоногие	Папоротники	Семенные папоротники	Гимнозомы	Хвойные	Корольковые	Мхи	Покрытосеменные	Формозины	Радиолярии	Пориферы	Архейды	Табуляты	Членистоногие	Шестилучевые	Восьмилучевые	Членистоногие (стволоблаты)	Брюхоногие	Двустворчатые	Науглиденные	Аммониты	Белемниты	Мшанки	Плечениотия	Морские лилии	Морские ежи	Граптолиты	Рыбы	Земноразные	Пресмыкающиеся	Птицы	Млекопитающие		
Эра		Период																																					
Кайнозойская	Четвертичный																																						
	Неогеновый																																						
	Палеогеновый																																						
Мезозойская	Меловой																																						
	Юрский																																						
	Триасовый																																						
Палеозойская	Пермский																																						
	Каменноугольный																																						
	Девонский																																						
	Силурийский																																						
	Ордовикский																																						
Кембрийский																																							
	Докембрий																																						

Рис. 7. Поява та зникнення груп організмів в історії розвитку життя на Землі.

Контрольні запитання:

1. Завершення Герцинського циклу гороутворення. Формування Пангеї II. Зональність клімату на території Пангеї II.
2. Клімат та тектоніка ранньої Пермі. Причини та наслідки Олсоновського вимирання видів в ранній Пермі.
3. Вміст кисню та вуглекислого газу в навколишньому середовищі на початку та наприкінці Пермського періода. Початок кисневої кризи та її можливі причини.
4. Причини панування тероморфної лінії рептилій в Пермському періоді. Причини розповсюдження в Пермському періоді по всій Землі лісів з голонасінних рослин.
5. Причини та наслідки масового вимирання видів наприкінці Пермського періода (251 млн.р.т.):
 - а) катастрофічні причини: формування сибірських трапів, кислотні дощі, ріст мутагенності навколишнього середовища (вказати причини!);
 - б) еволюційні причини.
6. Наслідки Пермського вимирання видів. Поява перших ссавців в період пізньо-Пермської кризи (за даними молекулярного годинника).

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.

4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Пермтриасовые события в развитии органического мира Северо-Восточной Азии. Владивосток, 1980.
2. Левен Э.Я. Отделы Пермской системы // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1979. Т.49, вып. 1.
3. Пермская система: вопросы стратиграфии и развития органического мира. Казань, 1988.

Практична робота № 11

Тема: Палеоекологія Тріасового періода (251-199 млн.р.т)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Тріасовому періоді Мезозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть схему розташування континентів в Тріасовому періоді (Рис. 1) і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Який цикл гороутворення розпочався в Тріасовому періоді? _____
- 2) Як були розташовані континенти на початку Тріасового періода? _____
- 3) Що відбулось наприкінці Тріасового періода з суперконтинентом Пангея II? _____
- 4) Чому суперматерики достатньо швидко (з геологічної точки зору) починають руйнуватись? _____
- 5) Скільки часу (в млн. років) пройшло з моменту формування Пангеї II до початку її розколу? _____
- 6) Який вплив мало розташування континентів на кліматичні умови в Тріасовому періоді? _____



Рис. 1. Розташування континентів наприкінці Тріасового періода - початок розколювання Пангеї II.

Завдання 2. Вивчіть графіки на малюнку 2 і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Вкажіть, якою була середня температура на Землі в ранньому та в пізньому Тріасі _____
- 2) Чому в Тріасовому періоді клімат на Землі був дуже жарким? _____
- 3) Вкажіть, як змінився вміст вуглекислого газу в атмосфері в Тріасовому періоді порівняно з Пермським періодом _____
- 4) Вкажіть джерело надходження парникових газів до атмосфери _____
- 5) Чи можливо пояснити високі температури навколишнього середовища в Тріасовому періоді тільки парниковим ефектом? (Для відповіді на це запитання порівняйте температури навколишнього середовища і концентрацію вуглекислого газу в Девоні і в Тріасі) _____

6) Вкажіть, як змінилась концентрація кисню в навколишньому середовищі в Тріасовому періоді порівняно з Пермським періодом _____

7) Перерахуйте можливі причини різкого зниження концентрації кисню в навколишньому середовищі в Тріасовому періоді _____

8) До яких наслідків для екосистем Тріасового періода призвела нестача кисню в навколишньому середовищі? _____

9) Вкажіть, яким був рівень моря в Тріасовому періоді _____

10) Вкажіть можливі причини дуже низького рівня моря в Тріасовому періоді _____

11) До яких наслідків для екосистем призвів низький рівень моря в Тріасовому періоді? _____

3670 M. J. Benton *Review. Origins of modern biodiversity on land*

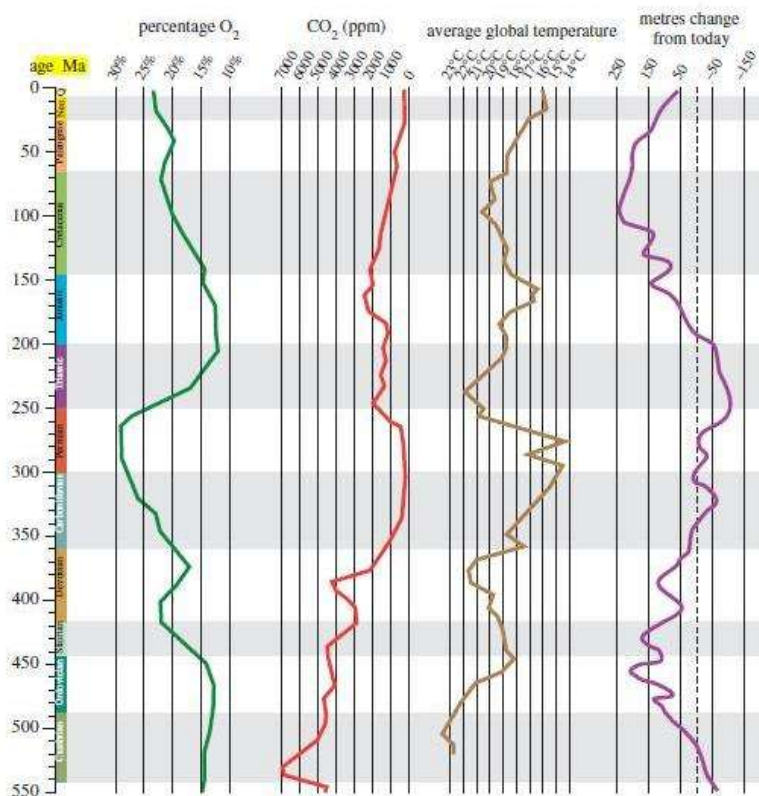


Рис. 2. Графіки змін концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем) за останні 542 млн. років.

Завдання 3. Відновлення екосистем в ранньому Тріасі після Пермського масового вимирання видів. Проаналізуйте дані, наведені на графіку (Рис. 3) і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Скільки часу (в млн. років) знадобилось екосистемам для відновлення кількості родів морських тварин до рівня, який був виявлений на Землі до масового Пермського вимирання видів? _____

2) Перерахуйте причини повільного відновлення екосистем в ранньому Тріасі після Пермського масового вимирання видів _____

3) В чому полягають відмінності між попередніми палеозойськими екосистемами та екосистемами, що сформувались в Тріасовому періоді після Пермського масового вимирання видів? _____

- 4) В чому полягає причина змін, які відбулись в екосистемах? _____
- 5) Які організми називаються «ендеміками»? _____
- 6) Які організми називаються «космополітами»? _____
- 7) Як Ви вважаєте, чому, незважаючи на існування суперматерика Пангеї II, екосистеми раннього Тріасу були ендемічними? _____



Рис. 3. Зміна кількості родів морських тварин протягом фанерозою. По осі ОХ — час в млн років тому. Зліва — початок фанерозою, зправа — сучасність. Точками на осі ОХ відмічені два найбільш катастрофічних вимирань — на межі палеозою та мезозою (250 млн. років тому) та на межі мезозою і кайнозою (65 млн. років тому). По осі ОУ – кількість родів морських тварин.

Завдання 4. Вихід рептилій завроморфної лінії еволюції в крупний розмірний клас. Вивчіть графіки на малюнку 4 і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Як відрізнялись розміри тіла у представників тероморфної та завроморфної ліній рептилій наприкінці Пермського періода? _____
- 2) Як змінювались розміри тіла тероморф та завроморф в ранньому та середньому Тріасі? Чому спостерігалась подібна тенденція? _____
- 3) Чому в пізньому Тріасі розміри тіла архозавроморфної лінії рептилій продовжували рости, тоді як розміри тіла тероморфної лінії – почали різко зменшуватись? _____

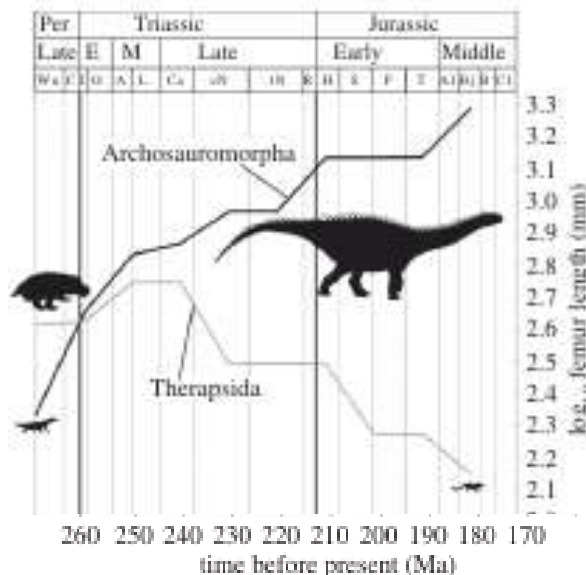


Рис. 4. Зміни розмірів рептилій тероморфної та завроморфної лінії еволюції в Пермському – Юрському періодах. По осі ОУ – логарифм довжини бедреної кістки викопних тварин. По осі ОХ – геологічний час, млн. років. Де: Per – Пермський період; Triassic – Триасовий період; Jurassic – Юрський період; E, Early – ранній; M, Middle – середній; Late – пізній. Суцільна жирна лінія – динаміка розмірів тіла представників завроморфної лінії еволюції (*Archosauromorpha*); тонка суцільна лінія – динаміка розмірів тіла представників тероморфної лінії рептилій (*Terapsida*).

Завдання 5. Зміна наземних та морських флор і фаун на межі Карніанської та Норианської епох пізнього Триасу (216 млн.р.т.).

1) Чому на межі Карніанської та Норианської епох:

а) на зміну одній групі наземних рослин прийшла інша група рослин (Рис. 5 А)? _____

б) на зміну одній групі наземних рослиноїдних тварин (Рис. 5 Б-В) прийшла інша група рослиноїдних тварин (Рис. 5 Г)? _____

в) на зміну одним групам морських коралів, губок, амонітів – прийшли інші групи? _____

г) на зміну одним групам морських ящерів (шонізаври – гігантські іхтіозаври) прийшли інші групи (нові види іхтіозаврів, плезіозаври)? _____

2) Чому волна вимирань торкнулась в першу чергу крупнорозмірних видів? Якою є причина та механізм передчасного старіння та вимирання видів крупнорозмірних тварин? _____

3) На межі Карніанської та Норианської епох заміна одних груп живих організмів на інші групи супроводжувалась значною диверсифікацією нових груп. Що таке «диверсифікація таксонів живих організмів»? _____

4) В чому полягає механізм диверсифікації таксонів живих організмів? _____

5) В чому полягає еволюційний механізм заміни одних таксонів живих організмів на інші? _____



Рис. 5 А. Фосилізований відбиток неокаламіту (*Neocalamites*) – деревовидого хвоща, який мешкав на вологих територіях (узбережжя рік і т.п.). Висота стовбуру сягала 20 м.



Рис. 5 Б. Трілофозавр (*Trilophosaurus*) – крупна рослинноїдна рептилія з групи архозаврів. Довжина тіла 2,5 м. Перетирали рослинну їжу в роті.

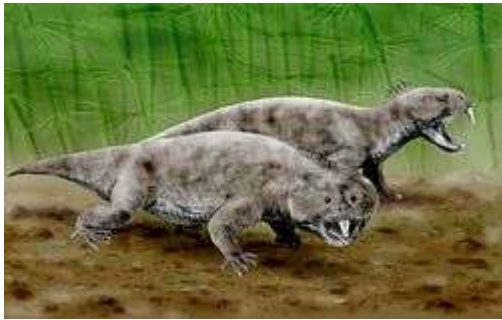


Рис. 5 В. Гіперодапедони (*Hyperodapedon*) з групи рінхозаврів. Крупні рослинноїдні рептилії. Перетирали їжу в роті.



Рис. 5 Г. Платеозаври (*Plateosaurus*) - крупні рослинноїдні динозаври пізнього Тріасу. Довжина тіла 8 – 10 м, вага 2 тони. Перетирали їжу в шлунку.

Завдання 6. Пізньотріасове масове вимирання видів.

1) Вкажіть, які групи організмів вимерли наприкінці Тріасового періода _____

2) Які фактори навколишнього середовища сприяли масовому вимиранню видів, родів та родин наприкінці Тріасового періода? (Для відповіді на це запитання використовуйте малюнки 6 А-Б)_____

3) Чи тільки катастрофічні причини лежать в основі пізньотріасового масового вимирання видів живих організмів? _____

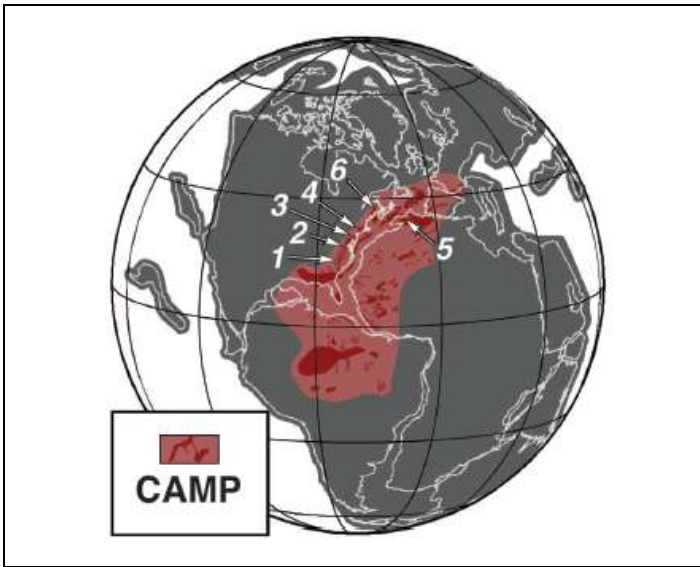


Рис. 6 А. На території Пангеї II стрілками з цифрами вказані ділянки виливу магми в зоні центральної Атлантичної магматичної провінції (CAMP) наприкінці Тріасового періода. Початок вивержень співпадає з початком масових вимирань видів. Було чотири імпульси вивержень загальною тривалістю 600 000 років. Пізній Тріас.

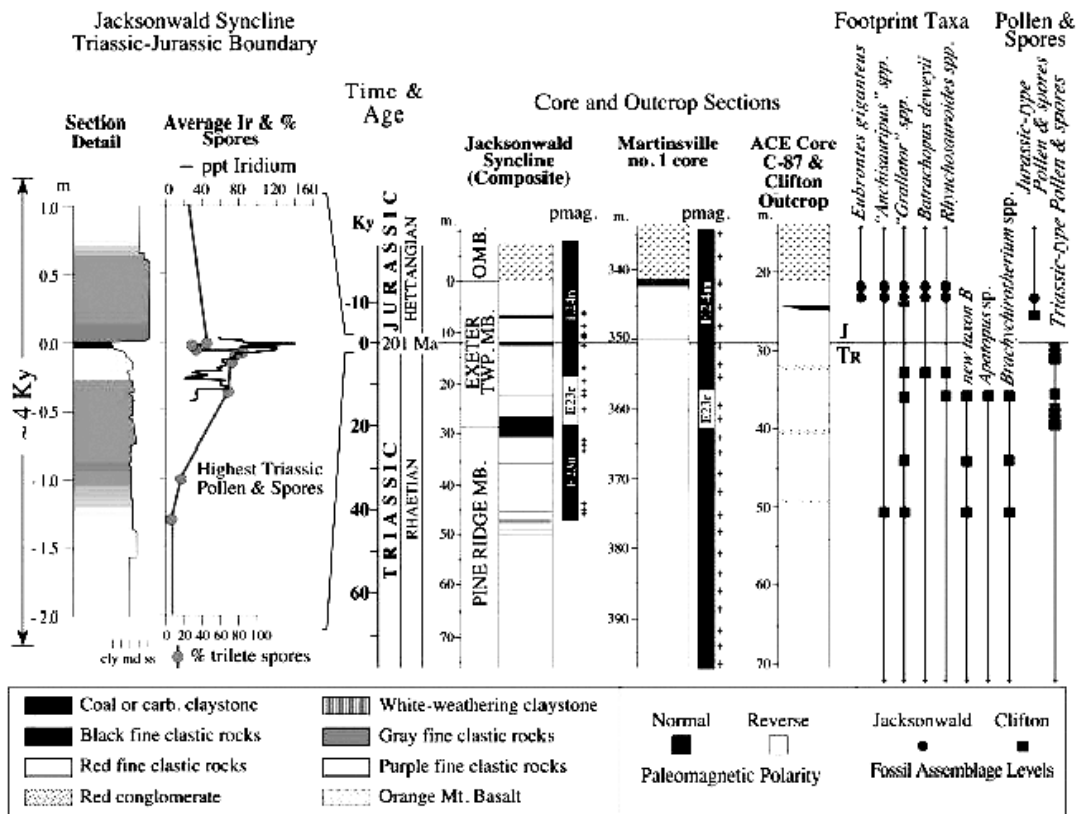


Рис. 6 Б. Наприкінці Тріасового періода в спорах та пилку вищих рослин було виявлено накопичення ірідію (т.з. ірідієві аномалії), що опосередковано свідчить про падіння на Землю наприкінці Тріасового періода одного або декількох достатньо крупних астероїдів.

Завдання 7. Проаналізуйте дані, наведені на гістограмі (Рис. 7), і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть середню тривалість існування родів живих організмів (млн.р.) в Ордовику-Пермі та в Тріасі-Юрі _____

2) В чому полягає механізм старіння та вимирання видів та родів живих організмів? _____

3) Як Ви вважаєте, в чому полягає причина роста тривалості існування родів в Тріасі-Юрі? _____

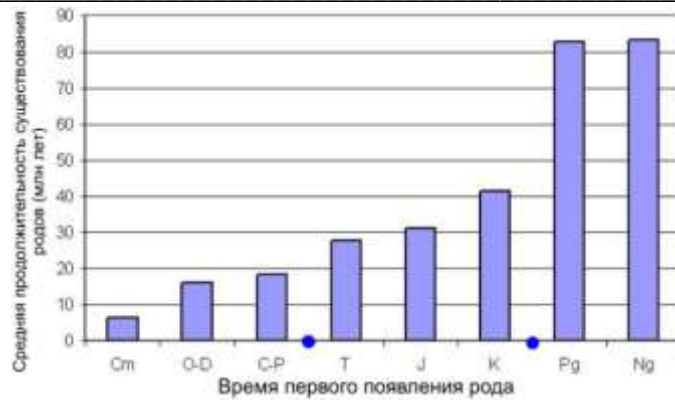


Рис. 7. Крапками на осі ОХ відмічені моменти великих вимирань на межі палеозою/мезозою та мезозою/кайнозою. Позначення періодів Палеозою: Cm — Кембрій, O — Ордовик, D — Девон, C — Карбон, P — Пермь; Мезозою: T — Триас, J — Юра, K — Крейда; Кайнозою: Pg — Палеоген, Ng — Неоген.

Контрольні запитання:

1. Загальна характеристика тектоніки та кліматичних умов Мезозойської ери. Поняття «термоера». Причини формування термоер в Археї та Мезозої.
2. Загальна характеристика біоти Мезозойської ери. Причини панування рептилій, а не ссавців в Мезозойській термоері.
3. Джерела кисню в навколишньому середовищі. Вміст кисню в атмосферному повітрі в Триасовому періоді. Можливі причини атмосферної гіпоксії в Триасі.
4. Джерела вуглекислого газу в навколишньому середовищі. Вміст вуглекислого газу в атмосфері Триасового періода. Вплив концентрації вуглекислого газу в атмосфері на кліматичні умови (в порівнянні з Девонським періодом).
5. Кліматичні умови в Триасовому періоді. Причини посух та формування пустельних ландшафтів в Триасі.
6. Особливості екосистем Триасу: тривалість відновлення після Пермської катастрофи + поява нових груп організмів.
7. Ранньотріасова екваторіальна екологічна катастрофа (249 - 247 млн.р.т.).
8. Середньотріасова диверсифікація архозаврів.
9. Динаміка змін положення кінцівок відносно тулуба у тероморфної та завроморфної ліній рептилій. Квадрупедалізм. Біпедалізм.
10. Час появи справжніх ссавців за фосіліями та по даним молекулярного годинника. Роль ретротранспозону AmnSINE1 в еволюції рептилій та ссавців.
11. Пізньотріасове масове вимирання видів живих організмів. Причини.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Палеофлористика, фитогеография и климаты мезозоя. М., 1990.
2. Волков Ю.В. Климатическая изменчивость в триасе, юре и мелу // Докл. РАН. 1994. Т. 335, № 4.
3. Добрусина И.А. Границы триаса и юры // Границы геологических систем. М., 1976.

Практична робота № 12

Тема: Палеоекологія Юрського періода (199 - 145 млн.р.т.)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Юрському періоді Мезозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть схему розташування континентів в Юрському періоді (Рис. 1) і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть на схемі ділянки розкриття Атлантичного та Індійського океанів _____
 2) Доведено, що в Мезозойську еру відбувалось не лише розкриття молодих океанів: Атлантичного та Індійського. Кора Тихого океану також підлягала розростанню. За яких умов є можливим розростання дна усіх океанів Землі одночасно? _____

3) З яких континентів була сформована Пангея II? _____

4) Які кліматичні зони є можливим виділити на Пангеї II, що розпочала розколюватись? _____

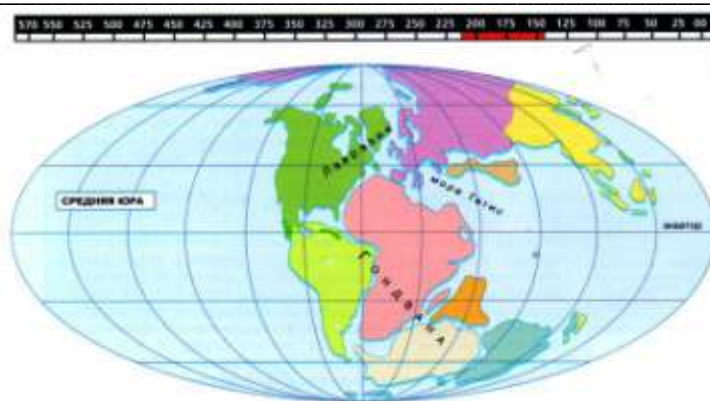


Рис. 1. Розташування континентів в Юрському періоді.

Завдання 2. Вивчіть графіки на малюнку 2 і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Вкажіть, як змінювалась температура навколишнього середовища в Юрському періоді _____

2) Якими є причини зниження середніх глобальних температур в другій половині Юрського періода? _____

3) Вкажіть, як змінювалась концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Юрському періоді _____

4) Чи пов'язане зниження середніх річних температур навколишнього середовища в другій половині Юрського періода з ослабленням парникового ефекту? _____

5) Вкажіть, як змінювалась концентрація кисню в навколишньому середовищі в Юрському періоді _____

6) До яких наслідків для екосистем призвело поступове зростання концентрації кисню в навколишньому середовищі? _____

7) Вкажіть, як змінювався рівень моря в Юрському періоді _____

8) Назвіть причини різкого росту рівня моря в Юрському періоді _____

9) До яких наслідків для екосистем призвело зростання рівня моря в Юрському періоді? _____

10) Чому в Юрському періоді клімат став більш вологим порівняно з посухами Тріасового періода? _____

3670 M. J. Benton *Review. Origins of modern biodiversity on land*

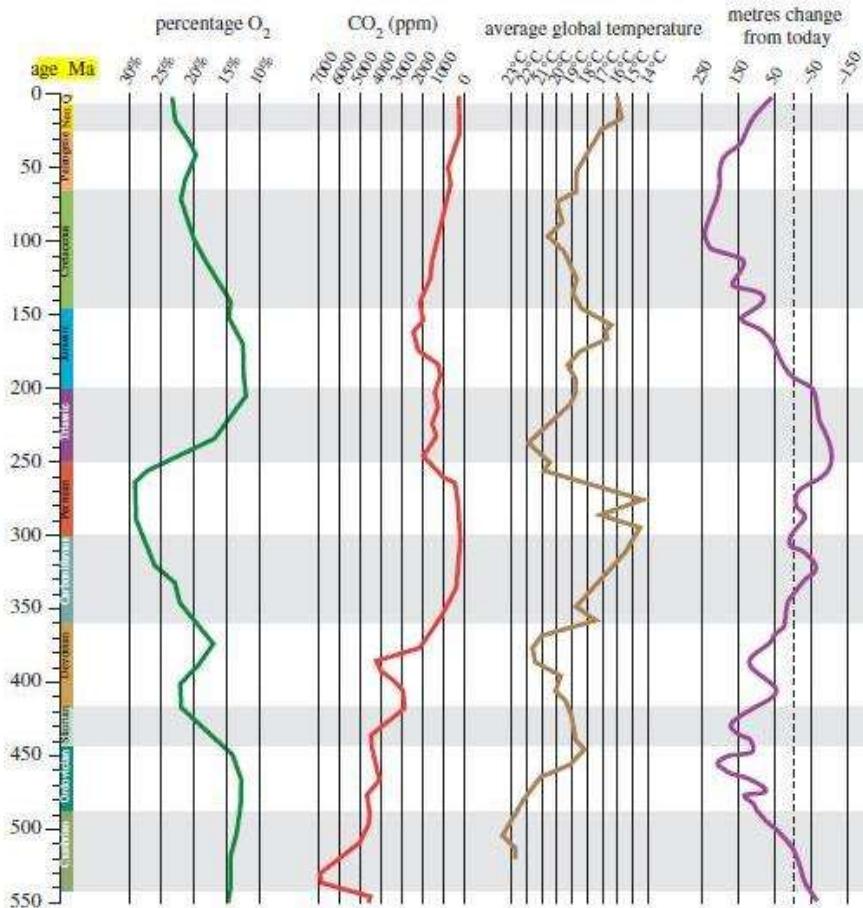


Рис. 2. Графіки змін концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем) за останні 542 млн. років.

Завдання 3. Панування зелених водоростей-празиофітів та акритархів в океанах на межі Тріас-Юра та Пермь-Тріас.

1) Зелені водорості-празиофіти – відносяться до екологічної групи т.з. «кризисних видів». Що це означає? _____

2) Чому на межі Тріас-Юра, Пермь-Тріас – виявлено панування прازیофітових зелених водоростей та акритархів? _____



Рис. 3. Зелені водорості - прازیнофіти *Pechengia* з протерозойських фосфоритів віком 2.0 млрд. років (електронна мікрофотографія). Т.з. «кризисна група водоростей».

Завдання 4. На малюнках 4 А-Б представлена реконструкція зовнішнього вигляду двох представників рослиноїдних динозаврів – брахіозавра та туоджянгозавра.

1) На малюнку 4 В представлені зуби хижих та рослиноїдних динозаврів. Чи можливо за будовою зубів встановити характер харчування тварини? _____

2) Вивчіть схему перетворення біпедальних хижих динозаврів в квадрупедальних рослиноїдних динозаврів (Рис. 4 Г). В чому полягає механізм даних морфологічних перебудов? _____

3) В чому полягає екологічна роль переходу рослиноїдних динозаврів до квадрупедалізму? _____

4) Чому Юрські динозаври досягали гігантських розмірів? _____

5) В чому полягають екологічні переваги виходу живих організмів (молюсків, комах, дерев, динозаврів і т.н.) в крупний розмірний клас? _____

6) Чому в періоди екологічних криз і масових вимирань видів на Землі – в першу чергу, як правило, вимирають організми, які відносяться до крупного розмірного класу? _____

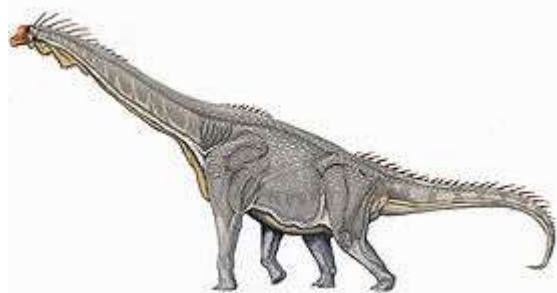


Рис. 4 А. Брахіозавр

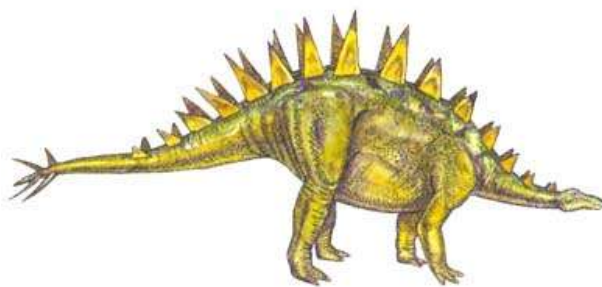


Рис. 4 Б. Туоджянгозавр

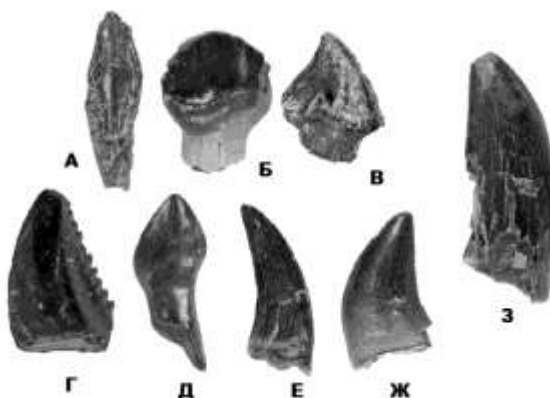


Рис. 4 В. Зуби динозаврів: А – гадрозаврид (система зубних батарей, яка складається з декількох рядів зубів; вутконосний динозавр, харчувався прибережними водоростями, листьям дерев); Б, В – анкілозаври (панцирні динозаври, рослинна їжа). NB: такий же тип зубів характерний і для цератопсид (рогатих динозаврів), і для стегозаврів; Г, Д – троодонти (всеядні); Е, Ж, З – мегалозаври (хижі).

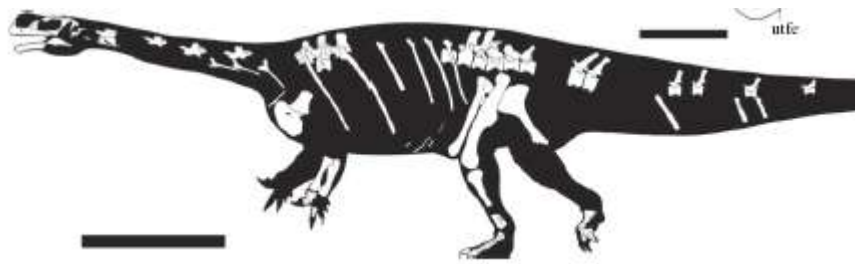


Рис. 4 Г. Реконструкція зовнішнього вигляду динозавра аардонікса (*Aardonyx celestae*) – перехідної форми від біпедальних до квадрупедальних динозаврів.

Завдання 5. Фауна динозаврів середньої Юри (цетіозавриди, 175 – 150 млн.р.т.) (Рис. 5 А) змінилась на іншу більш різноманітну фауну динозаврів пізньої Юри (камаразаври, браціозаври, діплодоки) (Рис. 5 Б).

1) Чому відбулась зміна фаун динозаврів на межі середньої та пізньої Юри? _____

2) В чому полягає еволюційний механізм зміни фаун? _____

3) В чому полягають причини та механізми диверсифікації групи динозаврів на межі середньої та пізньої Юри? _____

4) Які ще фауни змінились протягом Юрського періода? _____



Рис. 5 А. Скелет *Chuanjiesaurus* - великого рослинноїдного динозавра з довгою шією, представника цетіозаврів, середньоюрської групи, яка вимерла до пізньої Юри.



Рис. 5 Б. Художня реконструкція зовнішнього вигляду камаразаврів (*Camarasaurus supremus*) – представників гігантських рослинноїдних динозаврів пізньої Юри. 155 – 145 млн.р.т.

Завдання 6. Вивчіть схему перетворення вертикальних кожистих лусок рептилій в пір'я у представників динозаврів Юрського періода (161 млн.р.т.) (Рис. 6) і дайте відповіді на наступні запитання:

1) В чому полягає механізм появи пір'я у рептилій? _____

2) Яку перевагу отримали організми, у яких з'явився пір'яний покрив? _____

3) У невеликих за розміром динозаврів Юрського періода – увесь динозавр був вкритий пір'ям, тоді як у гігантських динозаврів наступного Крейдяного періода - пухоподібним пір'ям були вкриті лише пташенята динозаврів, але - не дорослі особини. Чому у великих дорослих динозаврів Крейдяного періода – був відсутнім пір'яний покрив? Яким є можливий механізм втрати пір'яного покриву дорослими особинами динозаврів? _____

4) Яку ще функцію в подальшому почало виконувати пір'я? _____

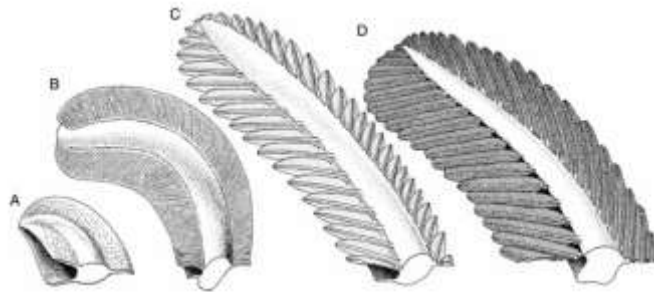


Рис. 6. Можливий механізм розвитку пір'я з чешуї рептилій (А), через протопір'я *Praeornis* (від зразків типу В до зразків типу С) до пір'я динозаврів та птахів (D).

Завдання 7. На малюнках 7 А-Б представлені фосилізовані відбитки та реконструкція зовнішнього вигляду одного з самих ранніх відомих палеонтологам представників покритонасінних рослин.

1) В чому полягає відмінність в будові насіння у голонасінних та покритонасінних рослин? _____

2) Яку екологічну перевагу отримали покритонасінні рослини завдяки змінам в будові насіння? _____

3) Чому перші покритонасінні рослини Юрського періода були представлені лише деревними життєвими формами? _____

4) Згідно метода молекулярного годинника – покритонасінні рослини (квіткові) з'явилися ще в Тріасовому періоді. Тоді як перші скам'янілі відбитки давніх покритонасінних рослин датуються не раніше Юрського періода. В чому полягають причини відмінностей в даних палеонтологічних та молекулярно-біологічних? _____

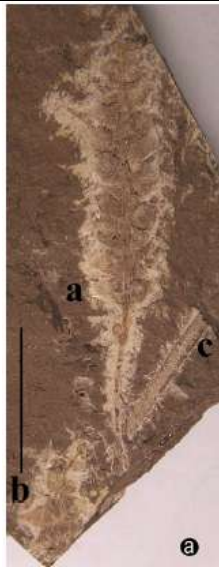


Рис. 7 А. Перші з відомих науці скам'янілих відбитків покритонасінних рослин *Schmeissneria sinensis* (фрагмент). Юра.



Рис. 7 Б. Реконструкція зовнішнього вигляду перших покритонасінних рослин *Schmeissneria sinensis* (фрагмент). Юра.

Завдання 8. На малюнку 8 представлена реконструкція зовнішнього вигляду юрамайї – самого давнього з відомих плацентарних ссавців.

1) Коли з'явилися перші справжні ссавці? _____

2) Як розмножувались перші ссавці? _____

3) Коли відбувся поділ ссавців на яйцекладучих, сумчастих та плацентарних? _____

4) Яку перевагу отримали ссавці, у яких з'явилося живородіння дитинчат (т.т. сумчасті та плацентарні)? _____

5) У яких ще груп тварин відомо живородіння дитинчат? _____

б) Яку перевагу отримали ссавці, у яких з'явилась плацента? _____



Рис. 8. Юрамайя (*Juramaia sinensis*) – предок плацентарних ссавців. Юра. 160 млн.р.т. В Юрі відбулось розділення ссавців на однопроходних (яйцекладучих), сумчастих та плацентарних.

Контрольні запитання:

1. Тектоніка Юрського періода. Кліматичні умови. Причини заміни Тріасових пустель дощовими Юрськими лісами.

2. Наземна рослинність в Юрському періоді. Час появи покритонасінневих квіткових рослин за фосиліями та за даними молекулярного годинника. Причини відмінностей в датуванні,

отриманому різними методами. Принцип встановлення часу появи різних груп організмів за методом молекулярного годинника

3. Причини появи квадрупедалізму у біпедальних хижих динозаврів.

4. Механізм появи пір'я у Юрських динозаврів (155 млн.р.т.). Значення пухового та контурного пір'я. Еволюція чотирикрилих динозаврів.

5. Відмінності в будові літального апарату у птерозаврів та птахів.

6. Еволюційні зміни у ссавців Юрського періода (за даними молекулярного годинника).

7. Поява живородіння у різних еволюційних груп організмів. Механізм. Адаптаційне значення.

8. Поява партеногенезу у різних еволюційних груп організмів. Механізм. Еволюційне значення.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.

2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.

3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.

4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Верхняя юра и граница ее с меловой системой. Новосибирск, 1979.

2. Международный коллоквиум по верхней юре и границе юры и мела. Новосибирск, 1977.

3. Худoley К.М. Палеогеография акваторий Земли на рубеже триаса и юры // Сов. геология. 1990. № 3.

4. Хэллем А. Юрский период. Л., 1978.

Практична робота № 13

Тема: Палеоекологія Крейдяного періода (145 – 65,5 млн.р.т.)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Крейдяному періоді Мезозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть схему розташування континентів в Крейдяному періоді (Рис. 1) і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Вкажіть на схемі ділянки розкриття молодих океанів _____
- 2) В Крейдяному періоді від наземних предкових форм з'явилися морські черепахи. Сучасні кожисті морські черепахи виводять потомство на березі західно-африканського Габону, а потім мігрують на 7566 км через Атлантичний океан до узбережжя Південної Америки. Вкажіть на мапі Крейдяного періода маршрут міграції учасних кожистих морських черепах і поясніть причини появи у цієї групи рептилій наддалеких міграцій _____



Рис. 1. Розташування континентів в Крейдяному періоді.

Завдання 2. Вивчіть графіки на малюнку 2 і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Вкажіть, як змінювалась температура на Землі в Крейдяному періоді _____
- 2) На початку Крейди клімат був посушливим і прохолодним. В приполярних районах іноді йшов сніг. Чому в середині Крейди сильно потеплішало? _____
- 3) Вкажіть, як змінювалась концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі в Крейдяному періоді _____
- 4) Чи є середньокрейдяне потепління – результатом посилення парникового ефекту? _____
- 5) Крейдяний період характеризувався значними посухами. В чому полягають причини Крейдяних посух? _____
- 6) Вкажіть, яким був рівень кисню в навколишньому середовищі в Крейдяному періоді? _____
- 7) Перерахуйте джерела надходження кисню в навколишнє середовище _____
- 8) Чому, незважаючи на високу концентрацію кисню в атмосфері, в Крейдяному періоді в океані були зареєстровані числені епізоди гіпоксії? _____

9) Вкажіть, як змінювався рівень моря в Крейдяному періоді _____

10) Які причини викликали максимально високе підняття рівня моря в Крейдяному періоді? _____

11) До яких наслідків для екосистем призвів значний евстатичний подйом рівня моря в Крейдяному періоді? _____

3670 M. J. Benton *Review. Origins of modern biodiversity on land*

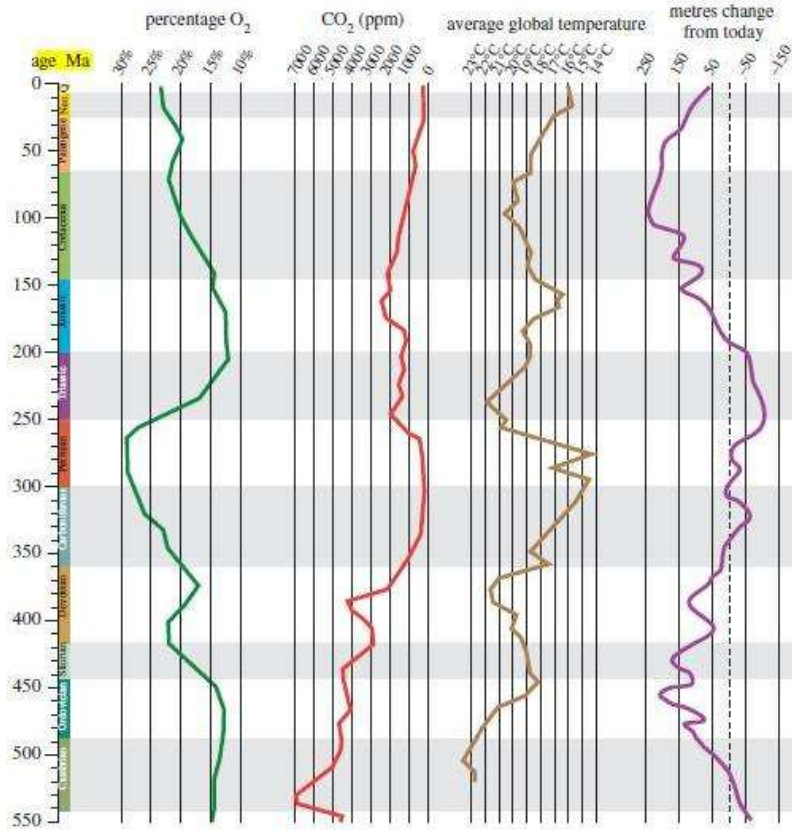


Рис. 2. Графіки зміни концентрації кисню, вуглекислого газу, середніх температур навколишнього середовища та рівня моря (порівняно з сучасним рівнем) за останні 542 млн. років.

Завдання 3. На малюнку 3 А представлені відкладення крейди з горизонтів Крейдяного періода.

1) Рештками раковин яких організмів були сформовані поклади крейди в Крейдяному періоді? _____

2) Якими були причини масового розмноження форамініфер в середині Крейдяного періода? _____

3) Відкладення крейди в інші геологічні періоди були сформовані рештками раковин молюсків. Чому в Крейдяному періоді не раковині молюсків, а раковини форамініфер забезпечили утворення покладів крейди? _____

4) Якими були причини різкого падіння (в 10 разів!) різноманіття молюсків в Крейдяному періоді (окрім молюсків - рудистів)? _____

5) Якими були причини багаторазових гіпоксій в океанах Крейдяного періоду? _____

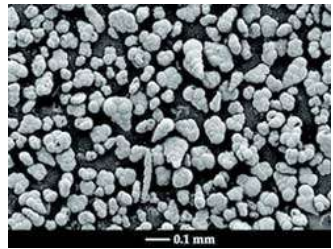


Рис. 3 А. Відкладення крейди з горизонтів Крейдяного періода – під мікроскопом видно раковини найпростіших форамініфер та радіолярій.



Рис. 3 Б. Раковини форамініфер зформували основні поклади крейди в Крейдяному періоді.

Завдання 4. На малюнку 4 А представлена реконструкція зовнішнього вигляду мозозавра – великої хижої морської живородящої ящірки Крейдяного періода (довжина тіла до 18 м!) (пізня Крейда). А на малюнку 4 В – представлена реконструкція зовнішнього вигляду одного з самих перших мозозаврів – далазавра, у якого ще були передні та задні лапи, пристосовані для руху по суші, а довжина тіла не перевищувала 1 м.

- 1) Які рептилії є предковими для мозозаврів? _____
- 2) Скільки мільйонів років знадобилось предкам мозозаврів для перетворення хвоста і кінцівок наземного типу в плавці? _____
- 3) 92 млн.р.т. довжина тіла перших мозозаврів була всього 1 м, 75 млн.р.т. – вже 9 м, а наприкінці Крейди, 68-65,5 млн.р.т. – досягала 18 м. У чому полягають причини гігантизації мозозаврів? _____

- 4) Чому мозозаври змогли витіснити іхтіозаврів в Крейдяному періоді? _____



Рис. 4 А. Тілозавр – найкрупніший з мозозаврів. Довжина тіла до 17-18 м.



Рис. 4 Б. Череп мозозавра. Для одного екземпляра тілозавра точно відомо, що він з'їв безпосередньо перед смертю: акул, декілька кісткових риб, птицю гесперорніса і маленького мозозавра іншого виду.



Рис. 4 В. Далазавр Тернера (*Dallasaurus turneri*) – представник самих перших мозозаврів, довжина тіла 1 м. Мешкав на мілководді і ще мав передні та задні кінцівки, пристосовані для пересування по суші. Предками далазаврів були наземні сухопутні ящірки, які з'явилися 150 млн.р.т.

Завдання 5. На малюнках 5 А-В представлена реконструкція зовнішнього вигляду деяких представників рослиноїдних динозаврів, що панували в Крейдяному періоді.

1) Чому в Крейдяному періоді вимерло багато груп рослиноїдних динозаврів? (Рис. 5 А) _____

2) Чому в Крейдяному періоді виявились екологічно успішними такі рослиноїдні динозаври, як анкілозаври, брахіозаври, трицератопси, вутконосі динозаври? (Рис. 5 Б) _____

3) Чому в Крейдяному періоді виявились екологічно успішними такі рослиноїдні динозаври, як теризинозаври? (Рис. 5 В) _____



Рис. 5 А. Стегозавр – рослиноїдний динозавр. Стегозаври не мали жувальних зубів для перетирання їжі. Довжина тіла до 9 м, вага до 4,5 тон. Пізня Юра – рання Крейда. Вимерли на початку Крейди. 145 млн.р.т.

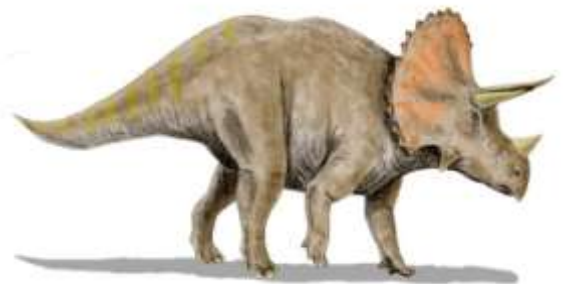


Рис. 5 Б. Трицератопс (*Triceratops*) - рослиноїдний динозавр. Трицератопси мали жувальні зуби для перетирання їжі. Довжина тіла до 12 м, вага до 12 тон. Крейда.

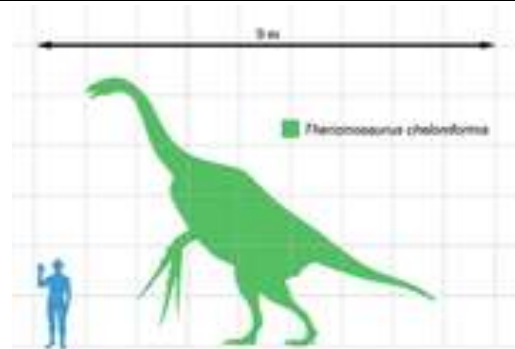
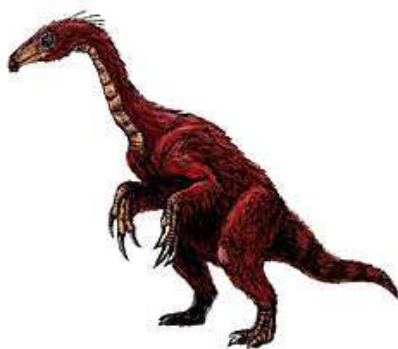


Рис. 5 В. Теризинозавр – динозавр групи ящеротазових. Теризинозаври мали гігантські (до 1 м завдовжки!) кігті на передніх кінцівках за допомогою яких вони пригинали до землі високі гілки дерев. Замість зубів у них був великий птичий клюв. А т.я. жувати вони не вмiли, то для перетирання їжі ковтали каміння, як сучасні птахи. Крейда.

Завдання 6. На малюнках 6 А-Б представлена реконструкція зовнішнього вигляда хижного (тиранозавр) (Рис. 6 А) та рослиноїдного (титанозавр) (Рис. 6 Б) динозаврів Крейдяного періода. А на графіку (Рис. 6 В) наведені значення середньої швидкості диверсифікації динозаврів протягом Мезозойської ери.

1) Чому в Крейдяному періоді посилилась тенденція до гігантизації динозаврів? _____

2) Чому динозаври, які виявились ізольованими на островах, з часом стають значно меншими порівняно зі своїми континентальними родичами? Чому виникає т.з. «ефект острівної карликовості»? _____

3) Проаналізуйте графік на малюнку 6 В. Як змінилась швидкість диверсифікації динозаврів в Крейдяному періоді порівняно з Юрським періодом? _____

4) Чому в Крейдяному періоді, порівняно з Юрським періодом, почало зменшуватись видове різноманіття динозаврів? _____

5) Аналіз копранітів рослиноїдних динозаврів показав, що динозаври протягом Крейдяного періода віддавали перевагу голонасінним рослинам. Про що може свідчити цей факт? _____

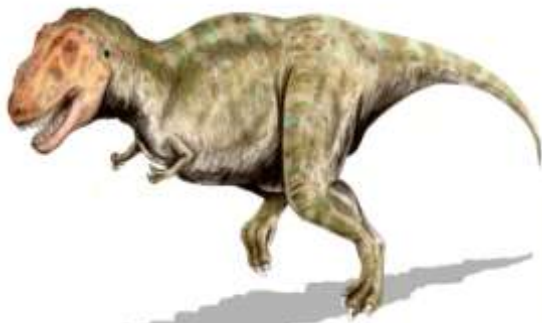


Рис. 6 А. Тиранозавр *Tyrannosaurus rex*, один з найкрупніших наземних хижаків і канібалів. Довжина тіла до 14 м, вага до 7 тон. Теплокрівні. У них розпочалось розділення зубів на ікла та коренні. Пізня Крейда.



Рис. 6 Б. Титанозаври – гігантські рослиноїдні динозаври. Пізня Крейда. 70 – 65,5 млн.р.т.

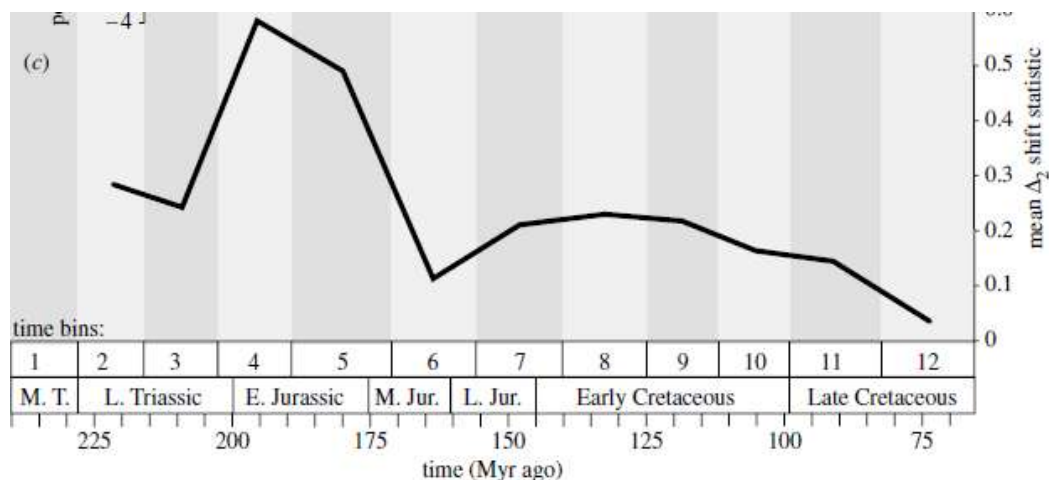


Рис. 6 В. Середня швидкість диверсифікації динозаврів протягом Мезозойської ери. По осі ОХ – геологічний час, млн.р.; по осі ОУ – середня швидкість диверсифікації динозаврів. Де: L. Triassic – пізній Триас; E. Jurassic – рання Юра; M. Jur. – середня Юра; L. Jur. – пізня Юра; Early Cretaceous – рання Крейда; Late Cretaceous – пізня Крейда.

Завдання 7. На малюнку 7 наведений графік швидкості диверсифікації ссавців в різні геологічні періоди розвитку життя на Землі.

- 1) Що таке «диверсифікація»? _____
- 2) Використовуючи графік на малюнку 7, вкажіть, в які геологічні періоди швидкість диверсифікації ссавців була максимальною? _____
- 3) Чому, незважаючи на максимальну швидкість диверсифікації груп, в Крейдяному періоді ссавці не змогли стати пануючими організмами в екосистемах? _____
- 4) Перерахуйте, які групи плацентарних ссавців з'явилися в Крейдяному періоді? _____
- 5) Який спосіб життя вели ссавці Крейдяного періода? _____
- 6) Чому у сучасних ссавців дуже добре, порівняно з рептиліями, розвинуті слух і нюх, але – відносно погано розвинутий зір? _____

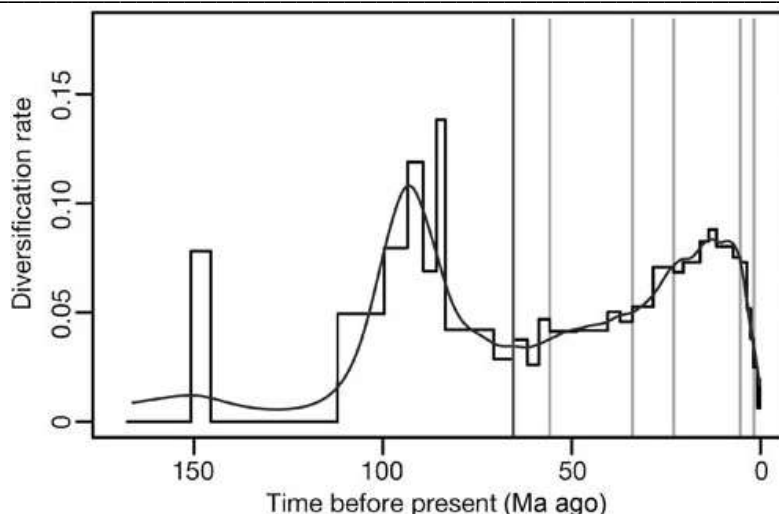


Рис. 7. Швидкість диверсифікації ссавців. По осі OX – геологічний час, млн.р.; по осі OY – швидкість диверсифікації ссавців.

Завдання 8. Пізньокрейдяне масове вимирання видів живих організмів.

- 1) Перерахуйте, які групи живих організмів вимерли до кінця Крейди _____
- 2) Вкажіть катастрофічні причини пізньокрейдяного вимирання видів (Рис. 8 А-Б) _____
- 3) Що таке «астроблема»? _____
- 4) Що таке «іридієва аномалія»? _____
- 5) Що таке «трапи»? _____
- 6) Назвіть еволюційні причини пізньокрейдяного вимирання видів _____

7) Використовуючи графіки на малюнку 8 В, вивчіть динаміку вимирання рослин, безхребетних та хребетних тварин наприкінці Крейдяного періода. Зробіть висновок про те, які з факторів - еволюційні чи катастрофічні - зіграли провідну роль в пізньокрейдяному масовому вимиранні організмів _____

8) До яких наслідків для природних екосистем Землі призвело масове вимирання видів в Крейдяному періоді? _____



Рис. 8 А. Ударний кратер Чиксулуб діаметром 180 км, півострів Юкатан, Мексика.

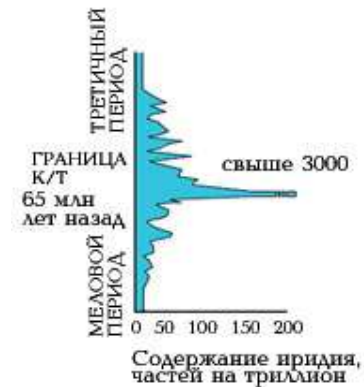


Рис. 8 Б. "Пік" іридію в зразках з Губбіо відповідає віку гірських порід = 65 млн років.

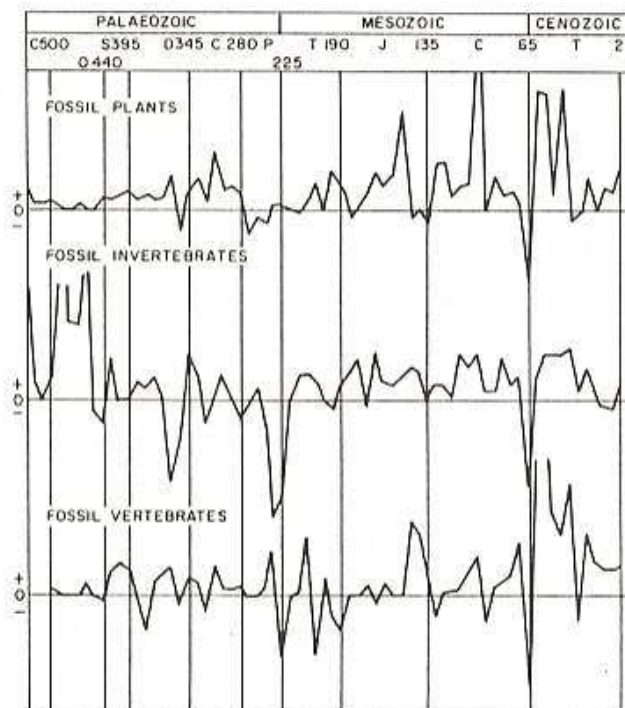


Рис. 8 В. Динаміка вимирань рослин, безхребетних та хребетних тварин за останні 540 млн. років. Де: по осі ОХ – геологічний час (С – Кембрій, О – Ордовик, S – Силур, D – Девон, C – Карбон, P – Пермь, T – Триас, J – Юра, C – Крейда; по осі ОУ – кількість видів викопних рослин (fossil plants), безхребетних тварин (fossil invertebrates), хребетних тварин (fossil vertebrates).

Контрольні запитання:

1. Тектоніка та клімат в Крейді. Причини виникнення наддальних міграцій у сучасних черепах та вугрів.

2. Вміст кисню в атмосферному повітрі та в океані в Крейді. Причини та наслідки аноксії в океанах.
3. Джерела відкладень крейди в Крейдовому періоді. Причини гіпернакопичення крейди в дану геологічну епоху.
4. Походження мезозаврів. Роль конкуренції між організмами в зміні видового складу співтовариств організмів.
5. Причини еволюційного успіху квіткових покритонасінневих рослин.
6. Вплив зміни типів рослинності в Крейді на зміну груп рослинної тварин.
7. Основні тенденції в еволюції динозаврів в Крейді.
8. Екологічні ніши, які займали ссавці в Крейді. Диверсифікація ссавців в Крейді.
9. Причини масового вимирання видів живих організмів наприкінці Крейди.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Импактные кратеры на рубеже мезозоя и кайнозоя. Л., 1990.
2. Красилов В.А. Меловой период. Эволюция земной коры и биосферы. М., 1985.
3. Шиманский В.Н., Соловьёв А.Н. Рубеж мезозоя и кайнозоя в развитии органического мира. М., 1982.

Практична робота № 14

Тема: Палеоекологія Палеогенового періода (65,5 – 23,03 млн.р.т.)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Палеогеновому періоді Кайнозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. Вивчіть схему розташування континентів в Палеогеновому періоді (Рис. 1А) і дайте відповіді на наступні запитання:

- 1) Який цикл гороутворення був в Палеогеновому періоді? _____
- 2) Як були розташовані континенти в Палеогеновому періоді? _____



Рис. 1 А. Розташування континентів в Палеоцені Палеогенового періода.

- 3) В яку епоху Палеогенового періода відбувались інтенсивні вулканічні виверження? _____
- 4) Як ці події вплинули на кліматичні умови в Палеогеновому періоді (Рис. 1 Б)? _____

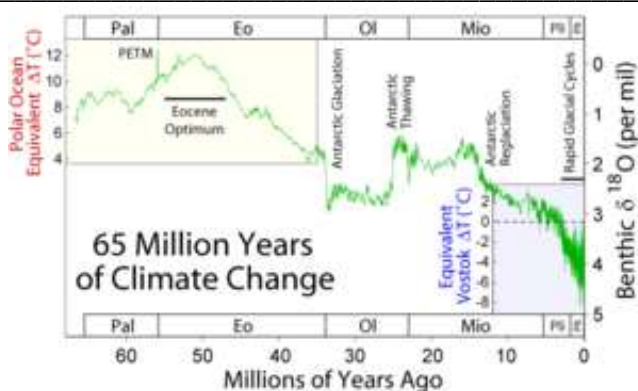


Рис. 1Б. Зміни температури навколишнього середовища в Палеогеновому періоді. По осі ОХ – геологічний час, млн.р.; по осі ОУ – середні температури. Де: Pal – Палеоцен; Ео – Еоцен; ОІ- Олігоцен; Міо – Міоцен.

- 5) Чому 55 млн.р.т. був зареєстрований Палеоцен-Еоценовий термальний максимум? _____
- 6) Якими були наслідки Палеоцен-Еоценового термального максимуму для екосистем Землі? _____
- 7) Назвіть причини, які викликали розвиток гіпоксії в океанах під час Палеоцен-Еоценового термального максимуму _____
- 8) Якою є причина накопичення на дні океана метану? _____
- 9) Як вплинув вихід метану з дна океана на кліматичні умови і на життєспроможність морських екосистем? _____

10) Чому Палеоцен-Еоценовий термальний максимум тривав всього 200 000 років? Які фактори сприяли зниженню температури на Землі? _____

11) Що таке «ефект азоли»? (Рис. 1 В) _____



Рис. 1 В. Сучасна водна папороть азола (*Azolla filiculoides*). Вважають, що швидке розповсюдження подібних організмів в Еоцені сприяло видаленню вуглекислого газу з атмосфери і зниженню температури навколишнього середовища.

12) Як Ви вважаєте, який з факторів – біотичний чи абіотичний - відіграв провідну роль в зниженні концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі наприкінці Палеоцен-Еоценового термального максимуму? _____

13) Якими є причини підвищення температур на Землі під час середньо-Еоценового кліматичного оптимума? _____

14) Якими були наслідки Еоценового кліматичного оптимума для екосистем Палеогенового періода? _____

15) В яку епоху Палеогенового періода відбувалось інтенсивне гороутворення? Перерахуйте гірські системи, які при цьому сформувались _____

16) Як змінилось взаємне розташування континентів 34 – 33,5 млн.р.т. наприкінці Еоценової епохи Палеогенового періода (34 млн.р.т.)? _____

17) Чому наприкінці Палеогенового періода істотно похолодало і сформувалось покривне зледеніння в Антарктиді 30 млн.р.т.? (Рис. 1Б) _____

18) До яких наслідків для екосистем Землі призвело пізньо-еоценове зниження температури навколишнього середовища? _____

Завдання 2. Динамічні та еволюційні зміни в екосистемах в ході Палеоцен-Еоценового термального максимуму. На малюнку 2 представлені зміни флори на території Бігхорн, Вайомінг, США (Bighorn Basin, Wyoming, United States) до, під час і після Палеоцен-Еоценового термального максимуму.

1) Вкажіть на схемі часову межу Палеоцен-Еоценового термального максимуму (Рис. 2) _____

2) Як змінився склад флори на території, яка досліджувалась, під час Палеоцен-Еоценового термального максимуму? _____

- 3) Що відбулось з флористичним складом на даній території після завершення Палеоцен-Еоценового термального максимуму? _____
- 4) Що таке динамічні зміни в екосистемах? _____
- 5) Що таке еволюційні зміни в екосистемах? _____
- 6) Перерахуйте, які типи динамічних ритмів в екосистемах Вам відомі: _____
- 7) Які фактори навколишнього середовища викликають появу динамічних ритмів в екосистемах? _____
- 8) Астрономічні ритми якої тривалості ще не викликають еволюційних змін в екосистемах? _____
- 9) На території, що досліджувалась (Бігхорн, Вайоминг, США), до Палеоцен-Еоценового термального максимуму були вологі тропіки. Проте, під час Палеоцен-Еоценового термального максимуму ця територія почала відноситись до сухих тропіків. Аналіз рослинних фосилій іншої території, яка зберегла на межі Палеоцен-Еоцену статус вологих тропіків, показав відсутність вимирань видів рослин + максимальну швидкість диверсифікації видів. Чому рослини на цих двох територіях по-різному прореагували на підвищення температури навколишнього середовища під час Палеоцен-Еоценового термального максимуму? _____

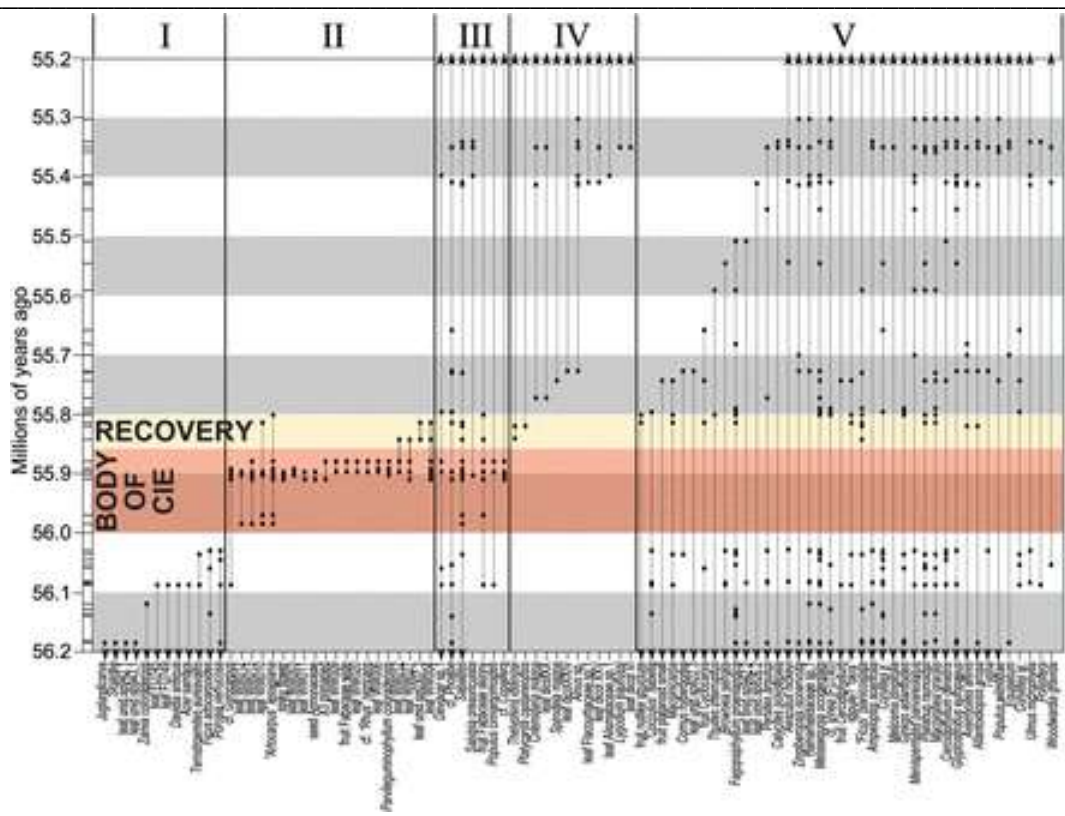


Рис. 2. Розподіл в часі фосилій 91 таксону рослин, типових для Палеогенового періода на території Бігхорн, Вайомінг (США). По осі ОХ – таксони рослин, типових для даного періода; по осі ОУ – геологічний час, млн.р. Де: I – типи рослинності, характерні лише для Палеоцену; II – типи рослинності, які з'явилися тільки під час Палеоцен-Еоценового термального максимуму за рахунок міграції з інших територій; III – рослини, характерні для даної території протягом всього Палеогенового періода; IV - рослини, які вперше з'явилися на даній території після Палеоцен-Еоценового термального максимуму; V – рослини, які мешкали на даній території до Палеоцен-Еоценового термального максимуму і після нього, але не під час нього.

Завдання 3. Фактори, які викликають диверсифікацію рослин. Згідно одних досліджень – диверсифікацію груп рослин викликають скачки температури; згідно інших даних – зміни концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі. На малюнку 3 представлені графіки залежності швидкості диверсифікації дощових тропічних лісів в Палеогеновому періоді від концентрації вуглекислого газу (А) та від температури навколишнього середовища (Б).

1) Який показник змінився раніше – зросла температура навколишнього середовища чи збільшилось видове різноманіття рослин (Рис. 3 Б)? _____

2) Який показник змінився раніше – зросла концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі чи збільшилось видове різноманіття рослин (Рис. 3 А)? _____

3) Як Ви вважаєте, згідно проаналізованим графікам, зміни якого фактора – температури навколишнього середовища чи концентрації вуглекислого газу – є пусковим механізмом диверсифікації рослин у вологому тропічному лісі? _____

4) Чи відомі Вам приклади, коли зміни концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі сприяли появі нових груп рослин? _____

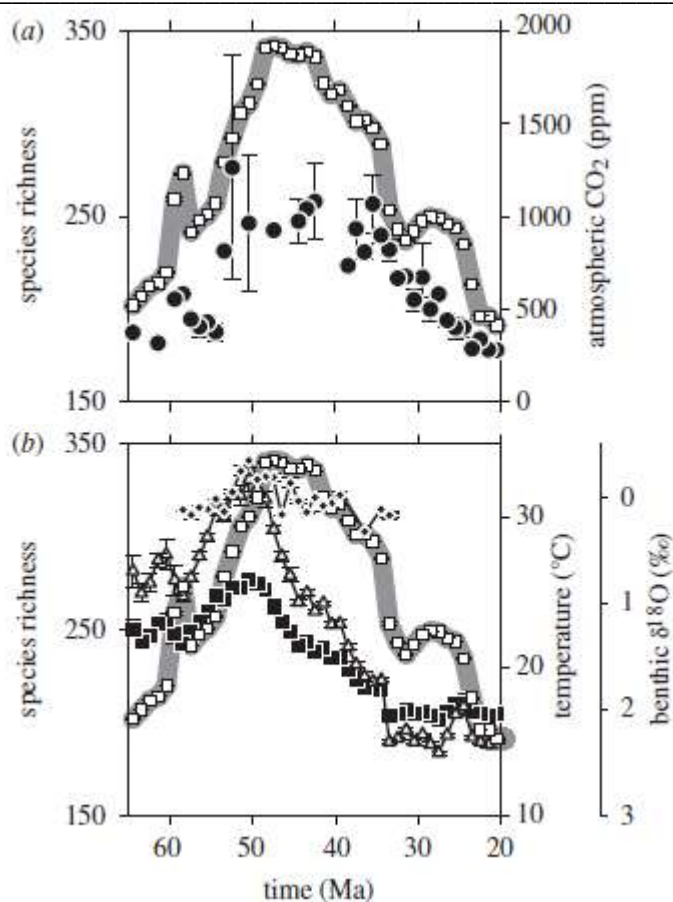


Рис. 3. Залежність видового різноманіття організмів від концентрації вуглекислого газу (А) та від температури навколишнього середовища (Б). По осі ОХ – геологічний час, млн.р.; по осі ОУ – видове різноманіття організмів (■ - відкриті квадратики); концентрація вуглекислого газу в навколишньому середовищі (● - забарвлені кола); температура навколишнього середовища за різними джерелами (■ - забарвлені квадратики, ▲ - відкриті трикутники і т.н.).

Завдання 4. Ссавці наприкінці Палеоцену та в Еоцені Палеогенового періода. На малюнку 4 представлена крива змін середніх температур в різних ярусах Палеоцену та Еоцену, а в таблиці 1 наведені дані про динаміку різноманіття родів ссавців на території Північної Америки в Палеоцені – Еоцені Палеогенового періода. Проаналізуйте дані, наведені в таблиці 1, і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Як високі температури Палеоцен-Еоценового термального максимуму вплинули на різноманіття родів ссавців? Для порівняння використовуйте дані для пізнього Палеоцену _____

2) Як відбувалось відновлення родів ссавців після Палеоцен-Еоценового термального максимуму? _____

3) Як високі температури Еоценового кліматичного оптимума вплинули на ссавців в Палеогеновому періоді? _____

4) Що відбувалось з родами ссавців в період після завершення Еоценового кліматичного оптимума? _____

5) Чому цей часовий проміжок називається Бріджеріанська фауністична катастрофа (Bridgerian Crash)? _____

6) Чому високі температури Палеоцен-Еоценового термального максимуму і Еоценового кліматичного оптимума по-різному вплинули на ссавців? _____

7) Чому принципово відрізняються за динамікою родів ссавців відновлювальні періоди після Палеоцен-Еоценового термального максимуму і після Еоценового кліматичного оптимума? _____

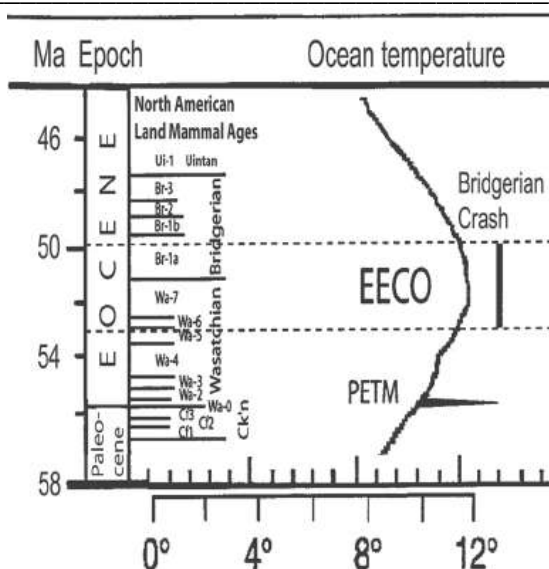


Рис. 4. Зміни середніх температур в Палеоцені – Еоцені Палеогенового періода. По осі ОХ – середні температури навколишнього середовища, С⁰; по осі ОУ – геологічний час, млн.р. Де: PETM – Палеоцен-Еоценовий термальний максимум; EEOCO – Еоценовий кліматичний оптимум; Bridgerian Crash - Бріджеріанська фауністична катастрофа.

Таблиця 1. Міграції, диверсифікація та вимирання родів ссавців на території Північної Америки в пізньому Палеоцені – Еоцені.

Геологічний час:	Кількість родів ссавців, %:		
	Роди - іммігранти, %:	Нові роди, %:	Вимерлі роди, %:

Пізній Палеоцен:	2,7 %	12,5 %	13 %
Палеоцен-Еоценовий термальний максимум:	12,5 %	29,2 %	2,8 %
Ранній Еоцен, відновлення після T ⁰ максимуму:	0 %	9,4 %	7 %
Еоценовий кліматичний оптимум:	1,4 %	21,4 %	18,4 %
Бріджеріанська фауністична катастрофа:	2 %	10 %	22,5 %

Завдання 5. На малюнку 5 показана швидкість процесів диверсифікації рослин з групи *Sapindaceous* протягом Кайнозойської ери.

1) В якому геологічному періоді з'явилися рослини групи *Sapindaceous*? _____

2) В яку епоху Палеогенового періода прискорюється диверсифікація рослин групи *Sapindaceous*? _____

3) Які кліматичні зміни відбулись в дану епоху? _____

4) Чому диверсифікація групи не відбувалась в Крейдяному періоді і на початку Палеогенового періода? _____

5) Як вплинуло подальше зниження температури навколишнього середовища на швидкість диверсифікації рослин даної групи? _____

6) На межі Олігоцену-Міоцену – температури навколишнього середовища призупинили зниження. Проте, швидкість диверсифікації рослин з групи *Sapindaceous* зростає ще більше. Як Ви вважаєте, які ще фактори, окрім зниження температури, вплинули на швидкість процесів диверсифікації у даних рослин? _____

7) Як Ви вважаєте, в якому напрямку йшли процеси диверсифікації рослин групи *Sapindaceou* в Кайнозойському періоді? _____

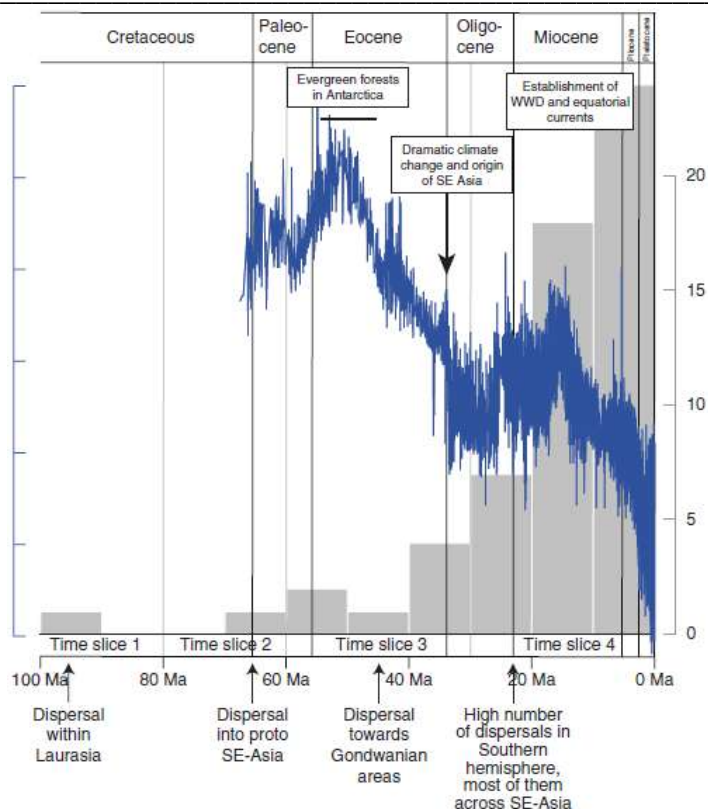


Рис. 5. Диверсифікація рослин групи *Sapindaceous* в Кайнозойській ері. По осі ОХ – геологічний час, млн.р.; по осі ОУ – температура навколишнього середовища (суцільна лінія); швидкість диверсифікації групи *Sapindaceous* (стовпчикова гістограма). Де: Cretaceous - Крейдяний період; Paleocene – Палеоцен; Eocene – Еоцен; Oligocene – Олігоцен; Miocene – Міоцен.

Контрольні запитання:

1. Поняття «кріоера». Основні кріоери в геологічній історії Землі. Фактори, які впливають на формування покривного зледеніння.
2. Кліматичні умови в палеоцені. Причини палеоцен-еоценового термального максимуму та його наслідки.
3. Відновлення екосистем після крейдяного вимирання видів. Причини виходу ссавців та птахів до крупнорозмірного класу.
4. Кліматичні умови в еоцені. «Ефект азоли» (49 млн.р.т.). Причини потепління в середині еоцену.
5. Тектонічні події наприкінці еоцену. Причини формування покривного зледеніння в Антарктиді (33 млн.р.т.).
6. Біота в еоцені.
7. Причини масового вимирання видів в еоцені (34 млн.р.т.).

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Борзенкова И.И. Изменение климата в кайнозое. Л., 1992.
2. Палеогеновая система. Стратиграфия СССР. М., 1975.
3. Проблемы палеогеографии и палеоклиматологии. Л., 1982.

Практична робота № 15

Тема: Палеоекологія Неогенового періода (23,03 – 2,59 млн.р.т.)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Неогеновому періоді Кайнозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. На малюнку 1 представлена карта розташування континентів в Міоцені Неогенового періода.

1) Який цикл гороутворення був в Неогеновому періоді? _____

2) Вкажіть на мапі гірські системи, які утворились в Неогеновому періоді _____

3) Коли і як сформувався Панамський перешийок? _____

4) До яких наслідків для кліматичних умов на Землі призвело формування Панамського перешийка? _____

5) До яких наслідків для морської та континентальної біоти в даному регіоні призвело формування Панамського перешийка? _____

6) Коли з`явилась Берингова протока? _____

7) Як вплинула поява Берингової протоки на розповсюдження морської та наземної біоти в даному регіоні? _____

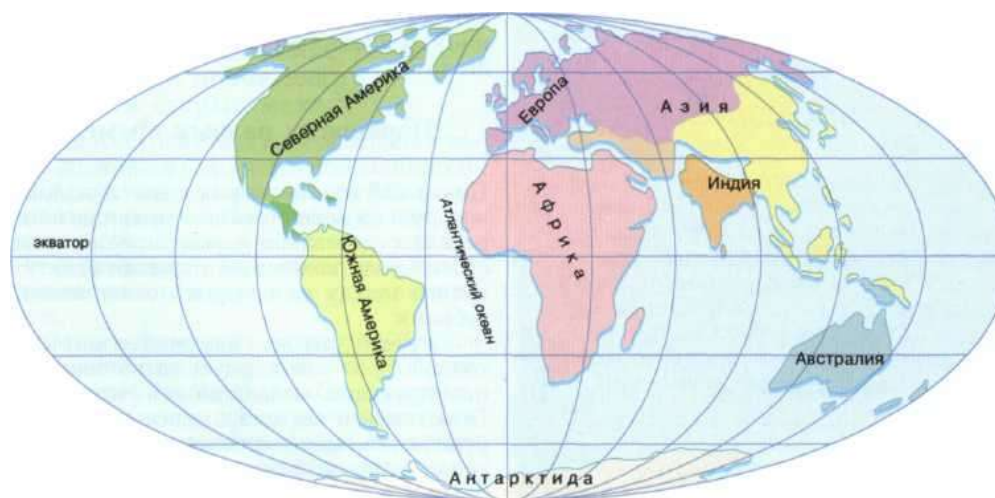


Рис. 1. Розташування континентів в Міоцені Неогенового періода.

Завдання 2. Кліматичні умови Неогенового періода. На малюнку 2 наведена динаміка середньорічних температур на Землі в фанерозої.

1) Як змінювалась середньорічна температура в Міоцені Неогенового періода? _____

2) Чому на початку Міоцену різко підвищилась температура навколишнього середовища? _____

3) До яких наслідків для екосистем Землі призвело Міоценове потепління? _____

4) Чому в середині Міоцену різко похолодало? _____

5) Чому в середні Міоцену не тільки сильно похолодало, але й посилилась посушливість клімату? _____

6) До яких наслідків для екосистем призвело середньо-Міоценове похолодання та зростання посушливості клімату? _____

7) Як змінювались середньорічні температури в Пліоцені? _____

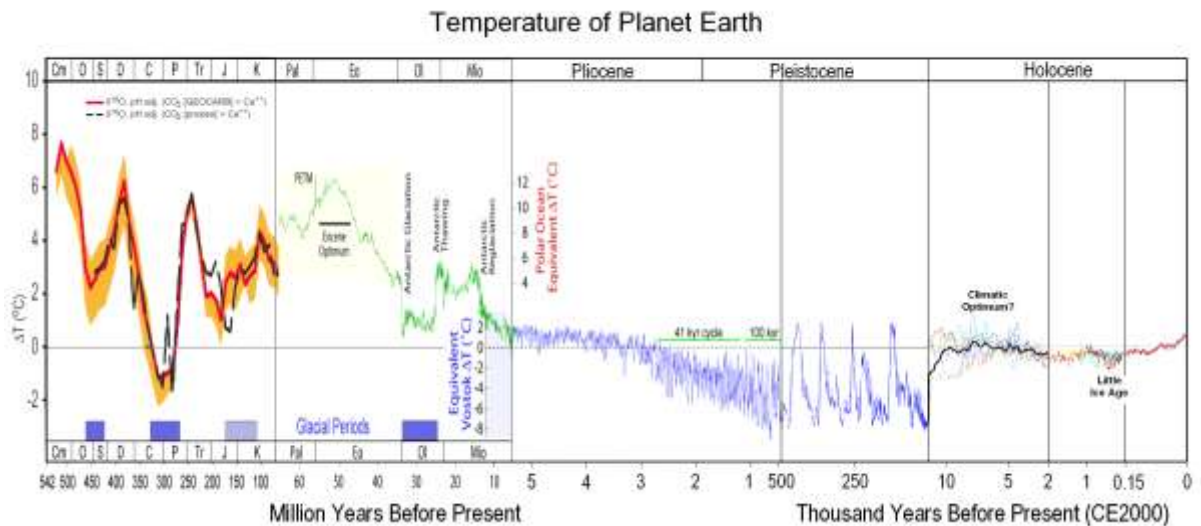


Рис. 2. Зміни температури навколишнього середовища за останні 542 млн. років. По осі ОХ – геологічний час, млн.р.; по осі ОУ – середні температури. Де: Pal – Палеоцен; Ео – Еоцен; ОІ - Олігоцен; Міо – Міоцен; Пліосене – Пліоцен; Pleistocene – Плейстоцен; Holocene – Голоцен.

Завдання 3. Адаптація Неогенових рослин до нестачі вуглекислого газу в навколишньому середовищі.

1) Яку функцію у рослин виконують продихи? _____

2) Що таке «продиховий індекс»? _____

3) Від яких факторів залежать значення продихового індексу? _____

4) Як змінюються значення продихового індексу в листі рослин:

- при підвищенні концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі: _____

- при зниженні концентрації вуглекислого газу в навколишньому середовищі: _____

5) Використовуючи мікрофотографії кутикули листа (Рис. 3 А-Б), розрахуйте значення продихового індексу для ранньопалеогенової та сучасної папороті роду *Stenochlaena* _____

6) Як змінились значення продихового індексу у сучасних рослин порівняно з ранньопалеогеновими? Чому відбулись такі зміни? _____

7) Порівняйте значення продихового індексу для сучасної папороті (див. завдання 3.5) та сучасних квіткових рослин (див. Рис. 3 В). В чому полягає причина таких істотних відмінностей? _____

8) Чому і наскільки зросли значення продихового індексу у викопних Міоценових рослин? (Рис. 3 Г) _____

9) Одним з механізмів адаптації рослин до нестачі вуглекислого газу в навколишньому середовищі – є збільшення кількості продихів на одиницю поверхні листа. Але, якщо нестача вуглекислого газу супроводжується посухами, то така стратегія може призвести до загибелі рослини, оскільки саме крізь продихи рослина втрачає воду в процесі транспірації. Яка адаптація до нестачі вуглекислого газу в умовах посушливості клімату з`явилась наприкінці Олігоцену – початку Міоцену у квіткових рослин? _____

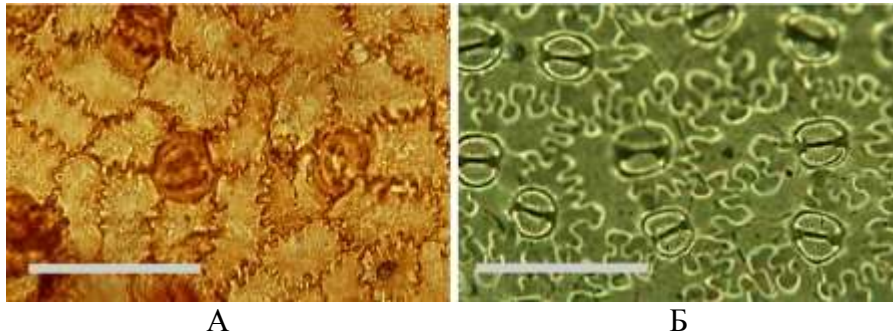


Рис. 3. А - Мікрофотографія кутикули фосилізованого листа папороті *Stenochlaena*, ранній Палеоцен; Б – мікрофотографія кутикули листа сучасного близького родича палеоценової папороті - *Stenochlaene palustris*.

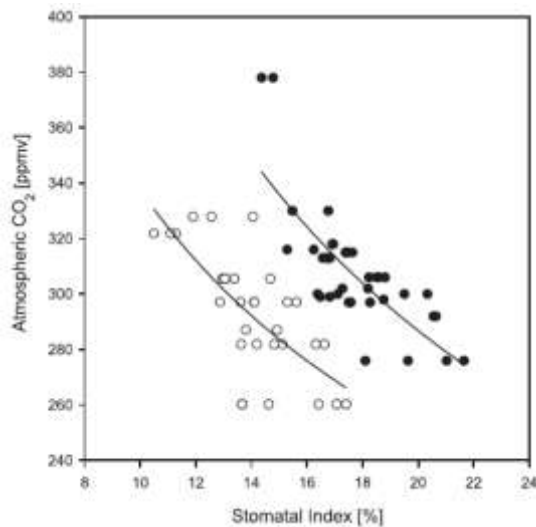


Рис. 3 В. Залежність значень продихового індексу від концентрації вуглекислого газу в атмосфері для листа сучасних квіткових рослин *Laurus nobilis* та *Ocotea foetens*. По осі ОХ – продиховий індекс, %; по осі ОУ – концентрація вуглекислого газу в атмосфері, ppm. Де: Stomatal index – продиховий індекс; Atmospheric CO₂ – вміст вуглекислого газу в атмосфері.

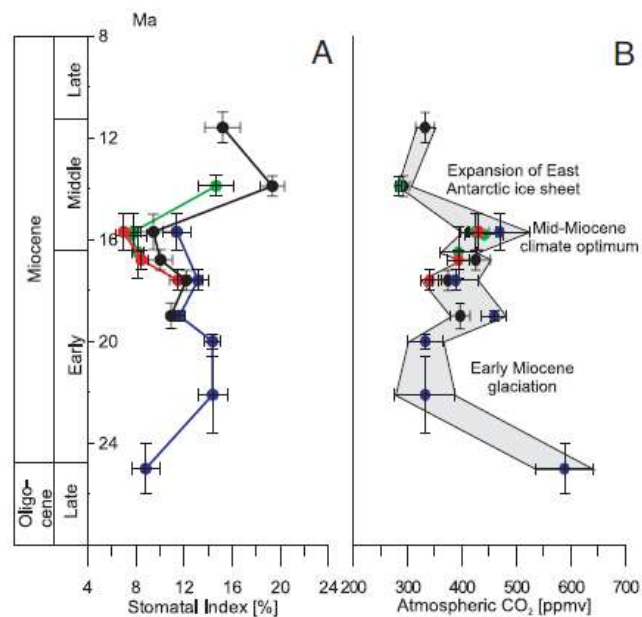


Рис. 3 Г. Зміни значень продихового індекса в листі викопних рослин (А) та зміни концентрації вуглекислого газу в атмосфері (В) в Олігоцені – Міоцені. По осі ОУ – геологічний час, млн.р.; по осі ОХ – продиховий індекс, % (А); концентрація вуглекислого газу в атмосфері, ppm (В). Де: Oligocene – Олігоцен; Miocene – Міоцен; Early – ранній; Middle – середній; Late – пізній; Stomatal index – продиховий індекс; Atmospheric CO₂ – концентрація вуглекислого газу в атмосфері.

Завдання 4. На малюнку 4 представлена динаміка вмісту вуглекислого газу в атмосфері Землі за останні 200 млн. років.

- 1) Яка концентрація вуглекислого газу в атмосфері є пороговою для C3-типу фотосинтеза? _____
- 2) Скільки млн. років тому концентрація вуглекислого газу в атмосфері Землі впала нижче порогового рівня для C3-типу фотосинтеза? _____
- 3) До яких наслідків для рослин це призвело? _____

- 4) Коли на Землі з'явилися рослини з C4-типом фотосинтеза? _____
- 5) В чому полягають особливості рослин з C4-типом фотосинтеза? _____

б) Чому між часом появи рослин з C4-типом фотосинтеза і часом завоювання ними суші пройшло більше ніж 20 млн. років? _____

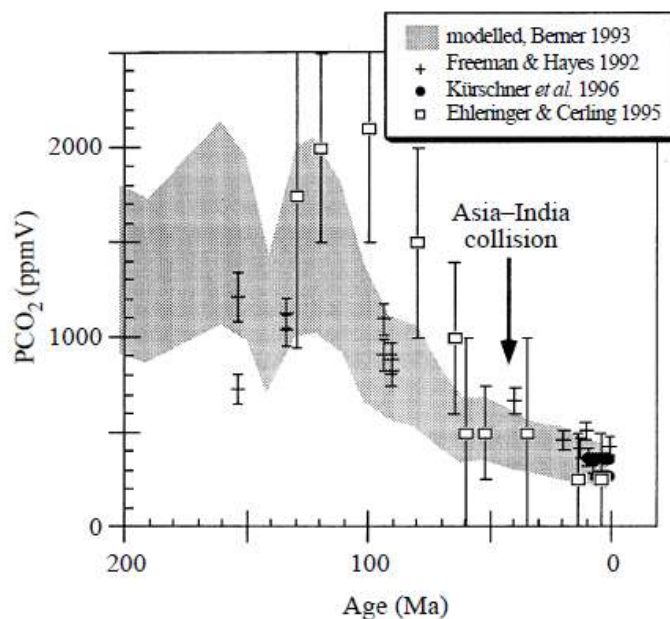


Рис. 4. Вміст вуглекислого газу в навколишньому середовищі за останні 200 млн. років. По осі OX – геологічний вік, млн.р.; по осі OY – вміст вуглекислого газу (за різними джерелами), ppmV.

Завдання 5. На малюнку 5 представлена зміна фаун ссавців Східної Африки за останні 18 млн. років.

- 1) Використовуючи малюнок 5, вкажіть:
 - які групи ссавців вимерли 14 млн.р.т.: _____
 - які групи ссавців з'явилися 14 млн.р.т.: _____

2) Чому 14 млн.р.т. вимерла велика група ссавців Східної Африки і з'явилось декілька нових груп ссавців? _____

3) Скільки млн. років тому в емалі зубів ссавців Східної Африки почали накопичуватись важкі ізотопи вуглецю-13? _____

4) Про що свідчить накопичення важкого ізотопу вуглецю-13 в емалі зубів ссавців? _____

- 5) Вкажіть, використовуючи малюнок 5:
 - які групи ссавців вимерли 8 млн.р.т.: _____
 - які групи ссавців з'явилися 8 млн.р.т.: _____

б) Чому 8 млн.р.т. вимерла група одних ссавців і при цьому з`явилась велика нова група ссавців? _

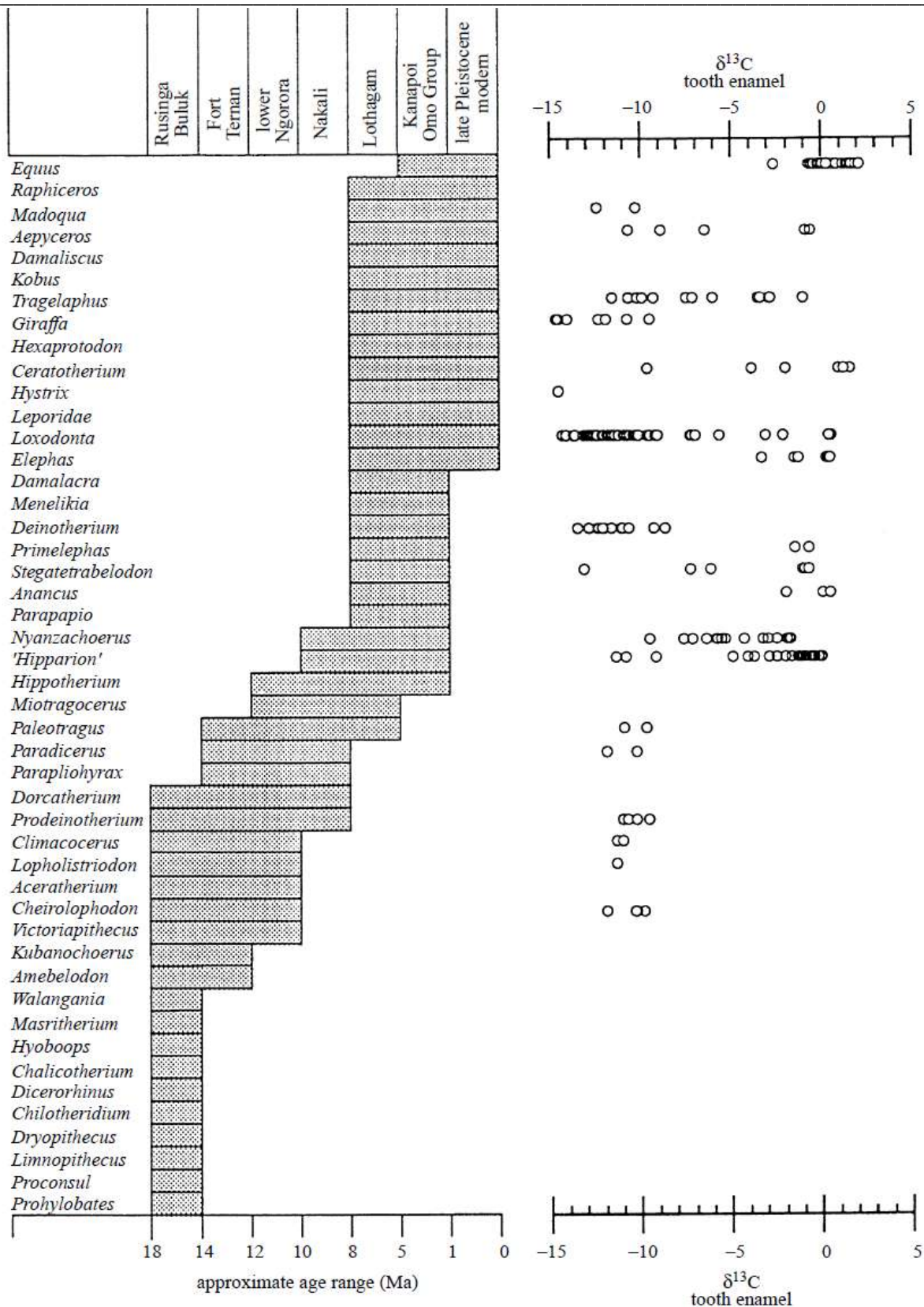


Рис. 5. Динаміка вимирань старих видів і появи нових видів тварин в Східній Африці за останні 18 млн. років. По осі ОХ – геологічний вік, млн.р.т.; показник ізотопного фракціонування вуглецю-13 в емалі зубів викопних тварин; по осі ОУ – перелік видів тварин. Де: approximate age range (Ma) – приблизний геологічний вік, млн. років; tooth enamel - зубна емаль.

Контрольні запитання:

1. Тектоніка та кліматичні умови на початку міоцена. Причини диверсифікації видів рослин та тварин на початку міоцена.
2. Кліматичні умови в середині міоцену. Причини масового вимирання видів в середині міоцена.
3. Наслідки масового вимирання видів в середині міоцену. Причини зміни фаун рослинноїдних тварин.
4. Тектонічні події в середині пліоцену. Наслідки формування панамського перешийку для клімату та біоти.
5. Біота в неогеновому періоді.
6. Антропогенез в неогеновому періоді: дріопітеки, сахелантропи, австралопітеки.
7. Причини масового вимирання видів наприкінці пліоцену (2 млн.р.т.).

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Белокрыс Л.С. Климатическая зональность и её изменения в миоценовую эпоху // Геол. журн. 1988. № 1.
2. Зубаков В.А. Глобальные климатические события неогена. Спб., 1990.
3. Палеогеография неогена СССР // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1987. № 6.
4. Сиренко Н.А., Турло С.И. Развитие почв и растительности Украины в плиоцене и плейстоцене. – К.: Наук. думка, 1986. – 186 с.
5. Атлас палеогеографічних карт Української і Молдавської РСР (з елементами літофацій). Масштаб 1:2 500 000 / За ред. акад. АН УРСР В.Г. Бондарчука. – К.: Вид-во АН УРСР, 1960. – 78+2+XVI с.

Практична робота № 16

Тема: Палеоекологія Антропогенового періода (2,588 млн.р.т. – до сьогодні)

Мета: вивчити особливості палеоклімату, тектонічних процесів, розвитку біоти в Антропогеновому періоді Кайнозойської ери.

Хід роботи

Завдання 1. На малюнку 1 представлено розташування континентів в Антропогеновому періоді.

1) Який цикл гороутворення був в Антропогеновому періоді? _____

2) Вкажіть на мапі, які гірські системи сформувались в Антропогеновому періоді? _____

3) Які тектонічні події спровокували зледеніння Арктики? _____

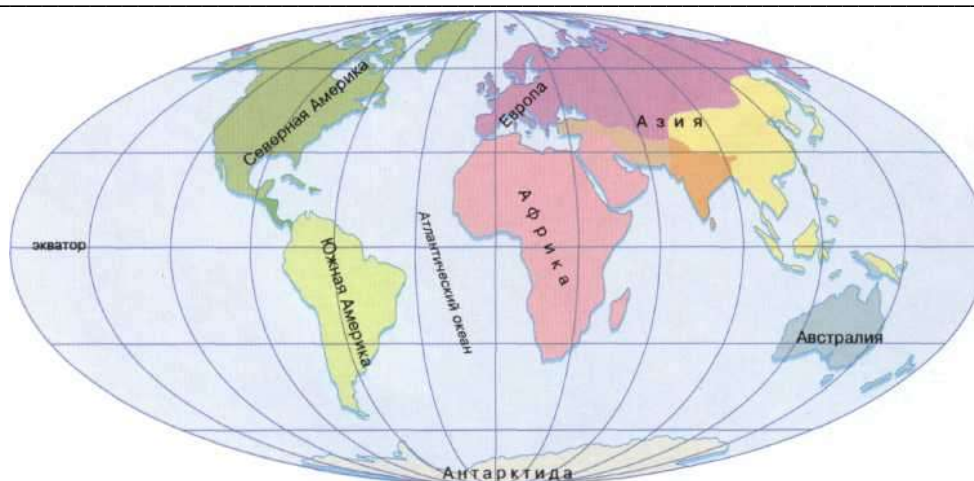


Рис. 1. Розташування континентів в Антропогеновому періоді.

Завдання 2. Клімат в Антропогеновому періоді. Проаналізуйте дані, наведені на малюнках 2 А-Б, і дайте відповіді на наступні запитання:

1) Як змінювались середньорічні температури на Землі в Плейстоцені? _____

2) Скільки циклів зледеніння/потепління було в Плейстоцені? _____

3) Якою була середня тривалість льодовикових та міжльодовикових епох? _____

4) Вкажіть причини 100 тис. річних циклів епох зледеніння/міжльодовикових епох? _____

5) Які часові цикли називаються циклами Міланковича? _____

6) Коли завершився останній льодовиковий цикл? _____

7) Використовуючи графіки на малюнку 2 Б, встановіть, який з параметрів змінювався раніше: підвищувалась температура чи вміст вуглекислого газу в навколишньому середовищі? _____

8) Чому при підвищенні температури навколишнього середовища – підвищується концентрація вуглекислого газу в атмосфері? _____

9) Чому при підвищенні концентрації вуглекислого газу в атмосфері – підвищується температура навколишнього середовища? _____

Temperature of Planet Earth

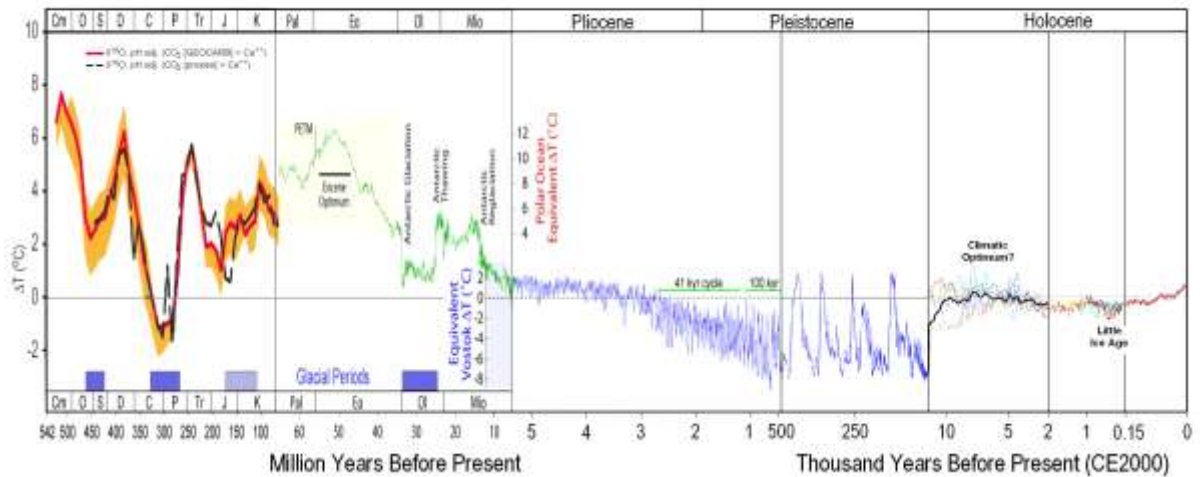


Рис. 2 А. Зміни температури навколишнього середовища за останні 542 млн. років. По осі ОХ – геологічний час, млн.р.; по осі ОУ – середні температури. Де: Pal – Палеоцен; Ео – Еоцен; ОІ - Олігоцен; Міо – Міоцен; Пліоцен – Пліоцен; Pleistocene – Плейстоцен; Holocene – Голоцен.

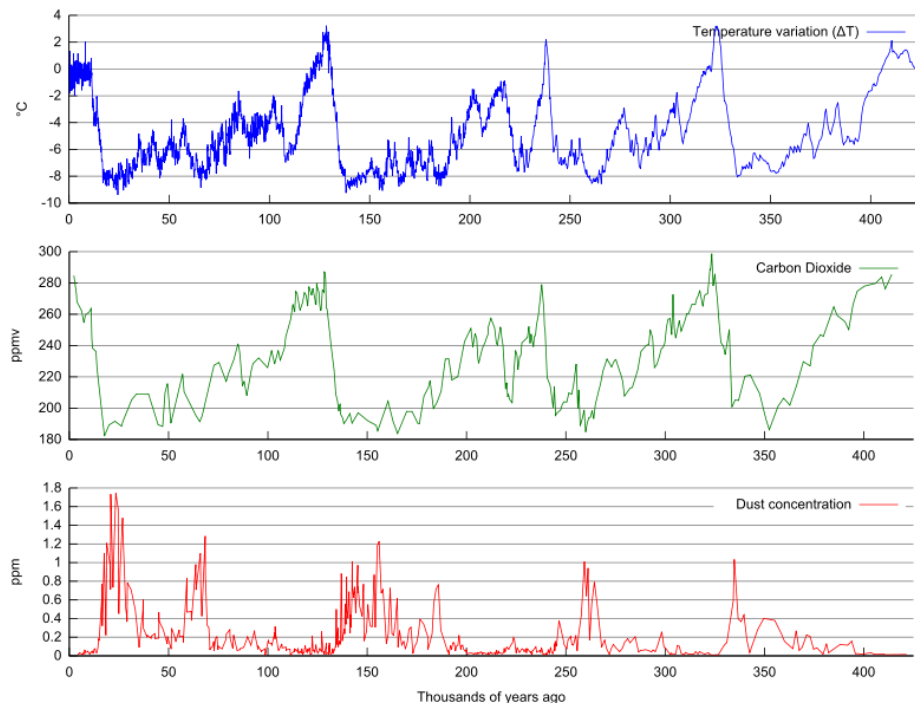


Рис. 2 Б. Зміни температури, вмісту вуглекислого газу і пилу в атмосфері за останні 400 тис. років.

Завдання 3. Динаміка зміни стенобіонтних та еврибіонтних фаун в Пліоцені - Плейстоцені.

- 1) Які тварини називаються стенобіонтами? _____
- 2) Які тварини називаються еврибіонтами? _____
- 3) Які групи тварин – стенобіонти чи еврибіонти – зазвичай виживають при різких змінах умов навколишнього середовища? (див. рис. 3 А). Чому? _____
- 4) Для яких груп тварин – стенобіонтів чи еврибіонтів – показано прискорене видоутворення в екологічно стабільних умовах існування? _____
- 5) Аналіз фаун гризунів Іберійського півострова (Iberian Peninsula) (див. рис. 3 Б-В) показав, що в Пліоцені відбувалось зростання кількості видів еврибіонтів. Про які умови навколишнього середовища в даний проміжок часу на Іберійському півострові свідчать отримані дані? _____
- 6) В середині - наприкінці Плейстоцену розпочалось поступове зростання кількості видів стенобіонтів. Про що це свідчить? _____

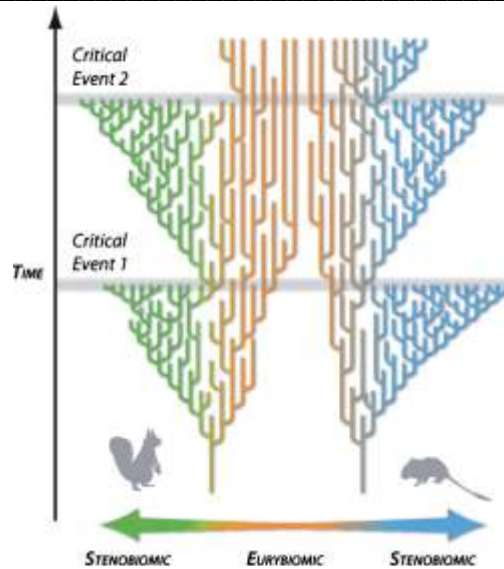


Рис. 3 А. Схема панування стенобіонтних та еврибіонтних фаун в залежності від стабільності умов навколишнього середовища. Де: Eurybiomic – еврибіонтні види; Stenobiomic – стенобіонтні види; time – час; Critical Event – критичні зміни умов навколишнього середовища.

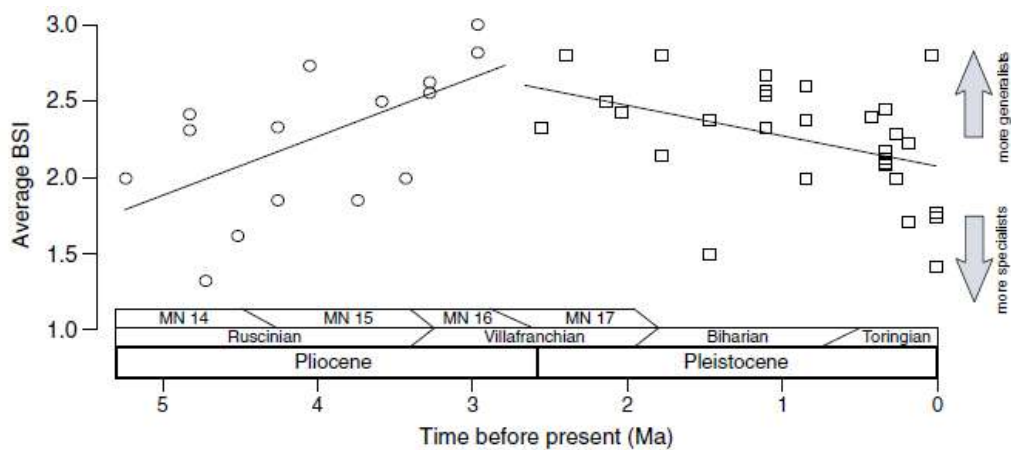


Рис. 3 Б. Зміни індекса еврибіонтності для гризунів півострів Іберія в Пліоцені – Плейстоцені. По осі ОХ – геологічний час, млн.р.; по осі ОУ – індекс еврибіонтності (середня кількість біомів, які займає кожен вид). Де: Time before present (Ma) – час до нашої ери (млн.р.); Average BSI – середній індекс еврибіонтності.



Рис. 3 В. Фауна гризунів Іберійського півострів в Пліоцені – Плейстоцені. Де: Sciuridae – білячі; Gliridae – соневи; Castoridae – боброві; Arvicolinae – польовкові; Cricetinae – хом`якові; Gerbillinae – пісчанкові; Murinae – мишачі; Нухтріцидае – дикообразові.

Завдання 11. Вимирання плейстоценової мегафауни.

1) Які групи організмів вимерли в ході масового плейстоценового вимирання видів? _____

2) В чому полягає причина масового вимирання не лише теплолюбних, але й добре адаптованих до холоду видів живих організмів? _____

3) Чи справедливим є твердження, що причиною плейстоценового масового вимирання видів є давня людина? _____

- 4) Які тварини відносяться до мегафауни? _____
- 5) Проаналізуйте дані, наведені на малюнку 11 А. Яка була встановлена залежність між масою тіла тварин та вірогідністю вимирання виду? _____
- 6) Чому, чим крупнішими є особини – тим вищою є вірогідність вимирання даного виду? _____
- 7) На території Північної Америки, Австралії і Євразії наприкінці плейстоцену вимерли не тільки представники мегафауни, але й деякі дрібнорозмірні види тварин. На користь якої з причин пізньоплейстоценового вимирання видів свідчить цей факт? (див. рис. 11 Б). _____
- 8) Проведені дослідження показали, що відсоток вимерлих родів тварин різко відрізняється по континентах: а) в Північній Америці – вимерло 33 роди з 45 родів великих ссавців (це 73% родів тварин); б) в Південній Америці – вимерло 46 родів з 58 родів (79% родів); в) в Австралії – вимерло 15 родів з 16 родів (94% родів); г) в Європі – вимерло 7 родів з 28 родів (т.т. 25% родів); д) в субсахарній Африці – вимерло 2 з 44 родів (т.т. 4,5% родів великих ссавців). Як Ви вважаєте, про що може свідчити виявлена асиметрія вимирань по континентах? (див. рис. 11 Б). _____

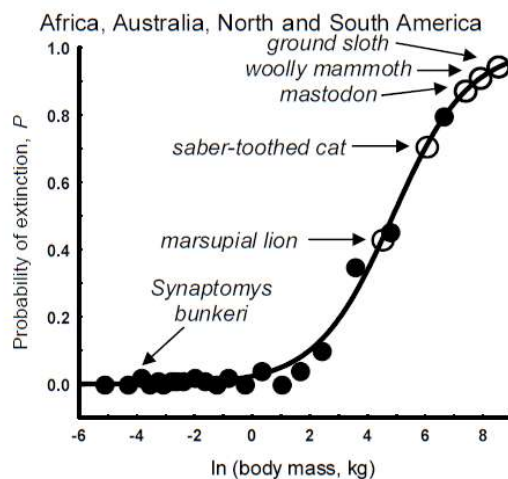


Рис. 11 А. Залежність вірогідності вимирання виду від маси тіла тварин даного виду. По осі ОХ – натуральний логарифм маси тіла, кг; по осі ОУ – вірогідність вимирання виду. Де: *Synaptomys bunkerii* – болотний лемінг; marsupial lion – сумчастий лев; saber-toothed cat – шаблезубий кіт; mastodon – мастодон; woolly mammoth – шерстистий мамонт; ground sloth – гігантський лінивець. Дані отримані на підставі аналізу 2123 видів тварин Африки, Австралії, Північної Америки та Південної Америки.

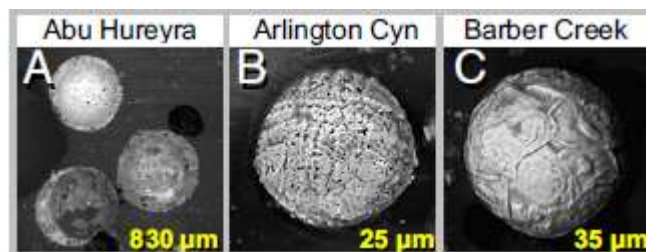


Рис. 11 Б. Титаномagnetитові сферули імпактного походження, знайдені на чотирьох континентах. Пізній Плейстоцен. 12 800 років тому.

Завдання 12. Вимирання мегафауни в Плейстоцені в Австралії – Новій Гвінеї.

- 1) Використовуючи дані, наведені на малюнку 12 Б, внесіть до таблиці 1 кількість видів крупнорозмірних тварин, вимерлих в Австралії – Новій Гвінеї в Плейстоцені, в кожний з вказаних проміжків часу:

Таблиця. 1.

Інтервал часу, протягом якого відбувались вимирання тварин:	Кількість вимерлих видів	Тривалість періоду вимирання:	Показник інтенсивності вимирання видів, %
2,5 млн.р.т. - 400 тис.р.т.			
400 тис.р.т. - 126 тис.р.т.			
126 тис.р.т. – 51 тис.р.т.			
51 тис.р.т. – 39 тис.р.т.			

2) Розрахуйте показник Z_i - інтенсивності вимирання видів за інтервал часу i – та внесіть отримані дані до таблиці:

$$Z_i = \frac{\text{Кількість вимерлих видів}}{\text{Тривалість періоду вимирань, тис.р.}} \cdot 100 \%$$

3) Як змінювалась інтенсивність вимирань крупнорозмірних тварин в Австралії – Новій Гвінеї протягом Плейстоцену (2,5 млн.р.т. – 12 тис.р.т.)? _____

4) Якими є причини вимирань мегафауни хребетних тварин наприкінці Плейстоцену? Для відповіді на це питання - скористайтеся даними, наведеними на малюнку 12 А.

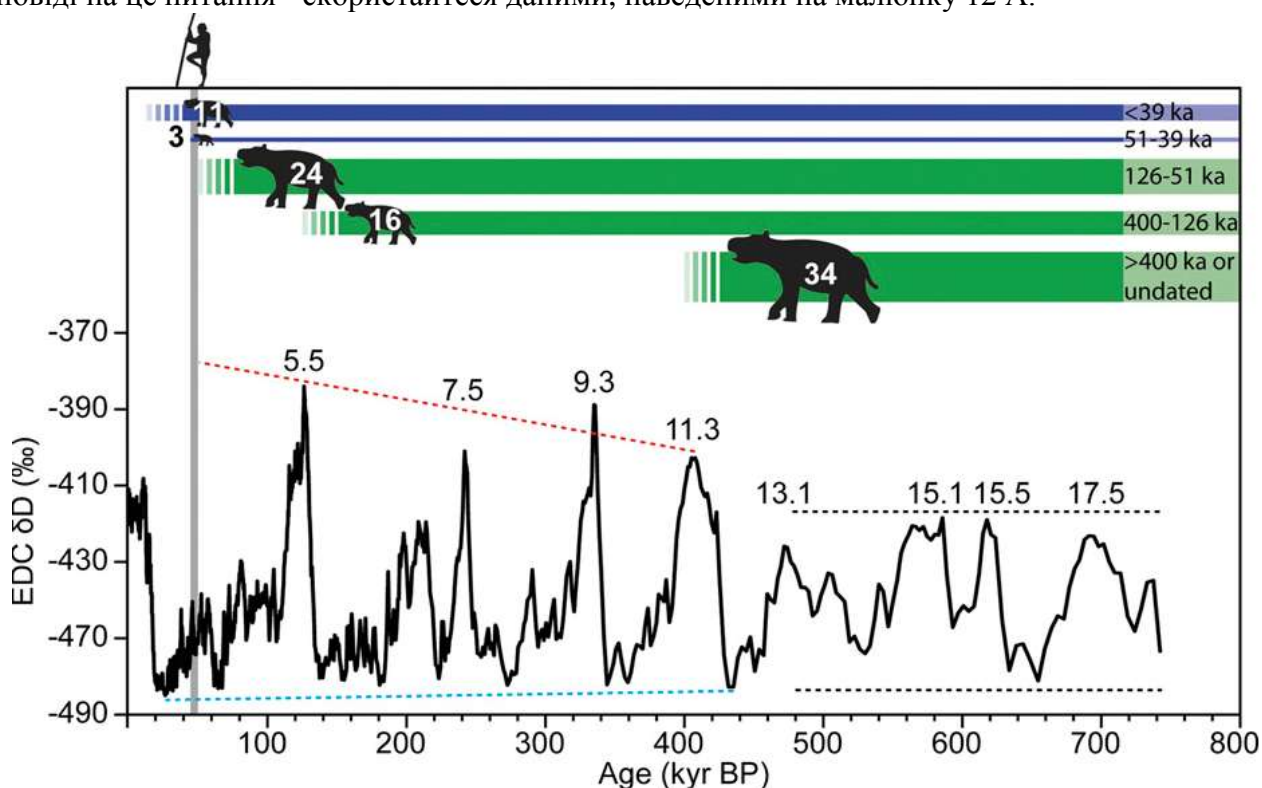


Рис. 12 А. Зміни клімату і динаміка фаун Австралії – Нової Гвінеї за останні 800 тис. років. По осі ОХ – геологічний час, тис. років; по осі ОУ – динаміка показника ізотопного фракціонування водню-2, яка корелює з динамікою середньорічних температур. Столпчаті діаграми на схемі відображають кількість видів хребетних тварин, вимерлих в даний проміжок часу.

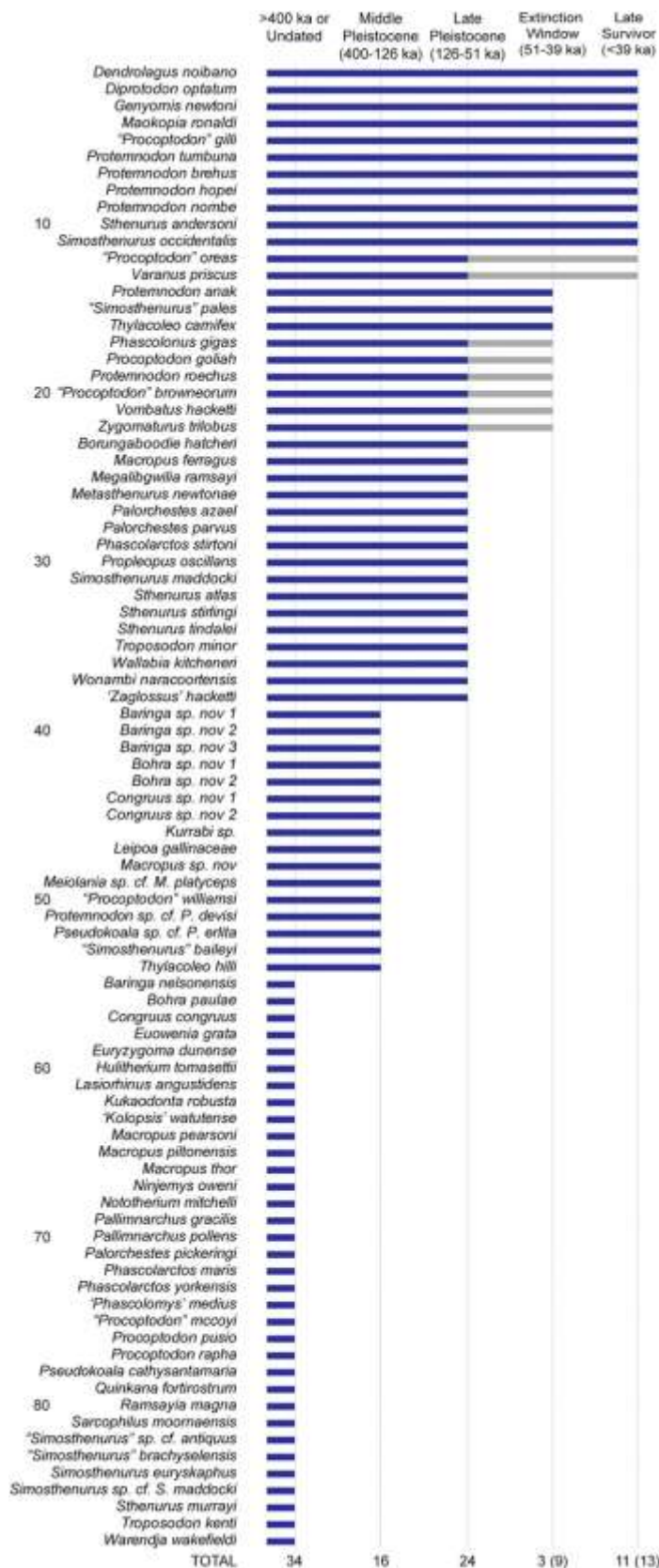


Рис. 12 Б. Вимирання мегафауни в Австралії – Новій Гвінеї в Плейстоцені. По осі ОХ - геологічний час, тис. років; по осі ОУ – 88 досліджених видів. Де: > 400 ка – більше, ніж 400 тис.р.т.; Middle Pleistocene – середній Плейстоцен; Late Pleistocene – пізній плейстоцен; Extinction Window – вікно вимирань; Late Survivor – групи, які вижили.

Завдання 13. Використання показників ізотопного фракціонування азоту-15 для оцінки ступеню посушливості клімату та вуглецю-13 для оцінки типу харчування тварин.

1) Як розрахувати показник ізотопного фракціонування азоту-15? _____

2) Як залежить величина показника ізотопного фракціонування азоту від середньої річної кількості опадів на даній території? (для відповіді на це запитання – скористайтеся даними, наведеними на малюнку 13 А) _____

3) Використовуючи дані, наведені на малюнках 13 А-Б, вкажіть, як змінилась середньорічна кількість опадів на території мешкання Плейстоценових страусів Ему за період 130 – 1 тис.р.т.? _____

4) Як розрахувати показник ізотопного фракціонування вуглецю-13? _____

5) Як змінився показник ізотопного фракціонування вуглецю-13 в шкаралупі яєць плейстоценових страусів (*Dromaius*) в інтервалі 130 тис. років - сьогодні? _____

6) Про що свідчить різке зниження значень показника ізотопного фракціонування вуглецю-13 в інтервалі 50 - 30 тис.р.т. в шкаралупі яєць *Dromaius*? _____

7) Як змінились умови існування птахів приблизно 50 тис.р.т. на території озера Ейре? Для відповіді на це питання див. рис. 13 В _____

8) В Плейстоцені роди *Dromaius* та *Genyornis* мешкали на одній території – навколо озера Ейре (Lake Eyre). Рід *Dromaius*, для якого після періода 50 тис.р.т. були виявлені зміни типу харчування та екологічної ніши мешкання, вижив і залишив сучасних нащадків – страусів Ему (*Dromaius novaehollandiae*). Тоді як рід *Genyornis*, для якого була показана жорстка прив'язка до типу харчування та до екологічної ніши мешкання, вимер приблизно 50 тис.р.т. Як Ви вважаєте, чому рід *Dromaius* – вижив, а рід *Genyornis* - вимер? _____

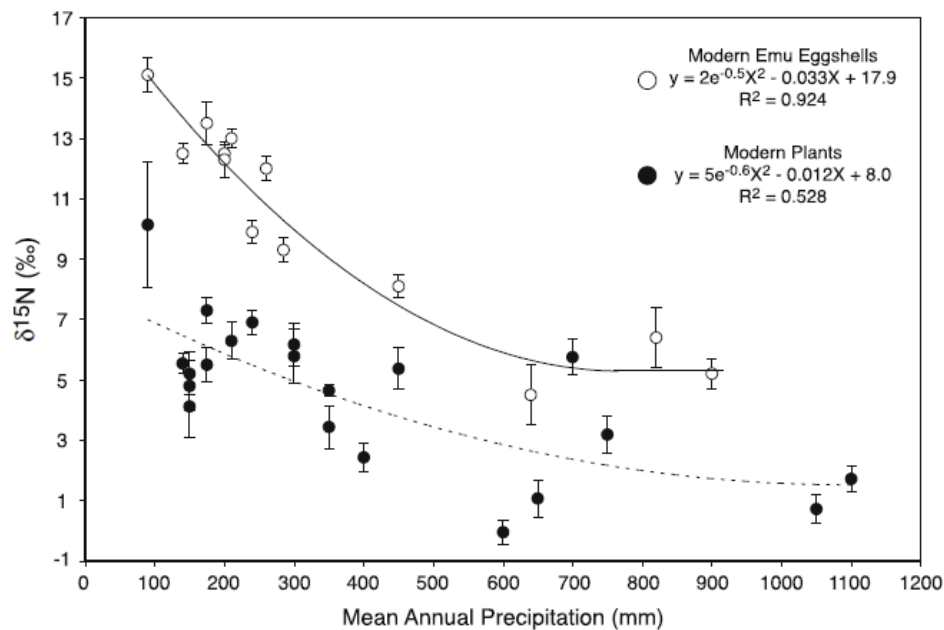


Рис. 13 А. Залежність показника ізотопного фракціонування азоту-15 в тканинах сучасних рослин (забарвлені кола) та в шкаралупі яєць сучасних страусів Ему (відкриті кола) від річної кількості опадів. По осі ОХ – середня річна кількість опадів на території Австралії, мм; по осі ОУ – показник ізотопного фракціонування азоту-15, ‰. Де: Mean Annual Precipitation (mm) – середня річна кількість опадів, мм; δ¹⁵N (‰) – показник ізотопного фракціонування азоту-15, ‰.

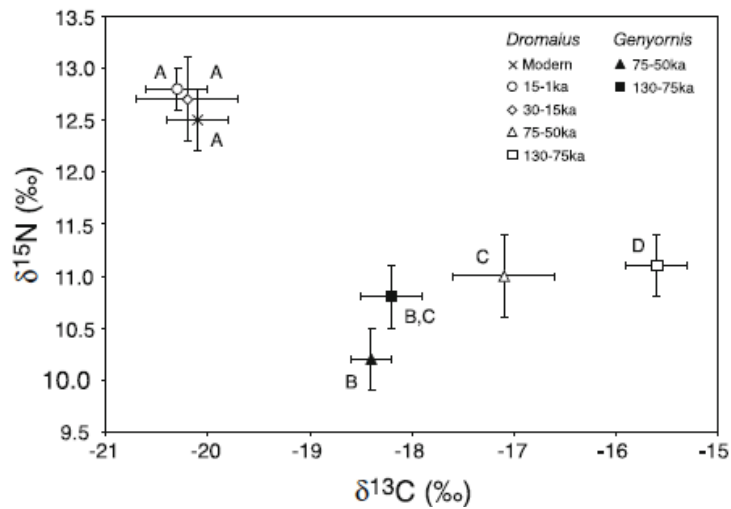


Рис. 13 Б. Зміни показників ізотопного фракціонування азоту-15 та вуглецю-13 в шкаралупі яєць птахів роду *Dromaius* та роду *Genyornis*, Плейстоцен, Австралія. По осі ОХ – показник ізотопного фракціонування вуглецю-13, ‰; по осі ОУ - показник ізотопного фракціонування азоту-15, ‰. Де: Modern – сучасні дані; ка - тис.р.т.

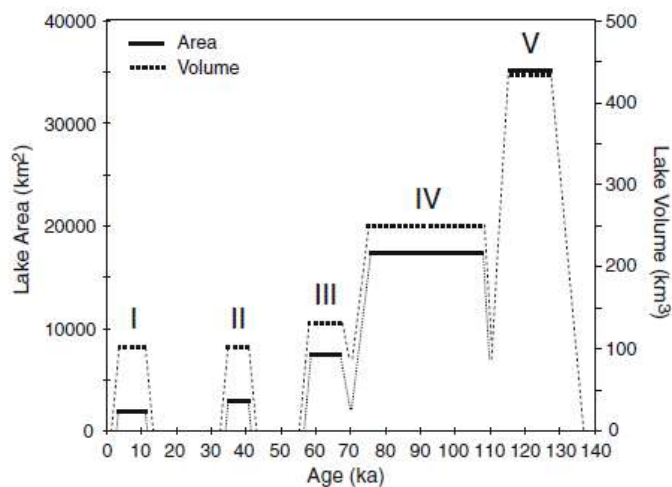


Рис. 13 В. Зміни площі та об'єму води в озері Ейре за останні 140 тис. років. По осі ОХ – геологічний вік, тис. років; по осі ОУ – площа озера, км² (ліва панель); об'єм води в озері, км³ (права панель). Чорна суцільна лінія на графіку – площа озера (Area); пунктирна лінія – об'єм води в озері (Volume).

Завдання 14. Зниження видового різноманіття дрібних ссавців наприкінці Плейстоцену – на початку Голоцену. Використовуючи дані, наведені на малюнку 14, дайте відповіді на наступні запитання.

1) Вкажіть, як змінився показник ізотопного фракціонування кисню $\delta^{18}O$ в Голоцені (11700 р.т. – сьогодні) (різко звивиста лінія на графіку) _____

2) Про що свідчить ріст значень показника ізотопного фракціонування кисню в Голоцені? _____

3) Вкажіть, як змінився індекс видового різноманіття Брейя–Кертиса, розрахований для дрібнорозмірних ссавців Північної Америкки, в Голоцені порівняно з Плейстоценом (пунктирна лінія на графіку) _____

4) Про що це свідчить? NB! Чим вище індекс Брейя–Кертиса, тим більше видове різноманіття фауни _____

5) Вкажіть, як змінився індекс Джакарді (індекс відмінностей між фаунами, які відносяться до різних інтервалів геологічного часу) в Голоцені порівняно з Плейстоценом для дрібнорозмірних ссавців Північної Америки _____

б) Про що це свідчить? NB! Чим вище індекс Джакарда, тим більше дві фауни, які порівнюються, відрізняються одна від одної (таким чином порівнюють дві фауни, які є сусідніми територіально або в часі) (суцільна лінія на графіку) _____

б) Чому на межі Плейстоцен – Голоцен різко знизилось видове різноманіття дрібних ссавців? _____

7) Чому на межі Плейстоцен – Голоцен відбулась зміна фаун дрібнорозмірних ссавців? _____

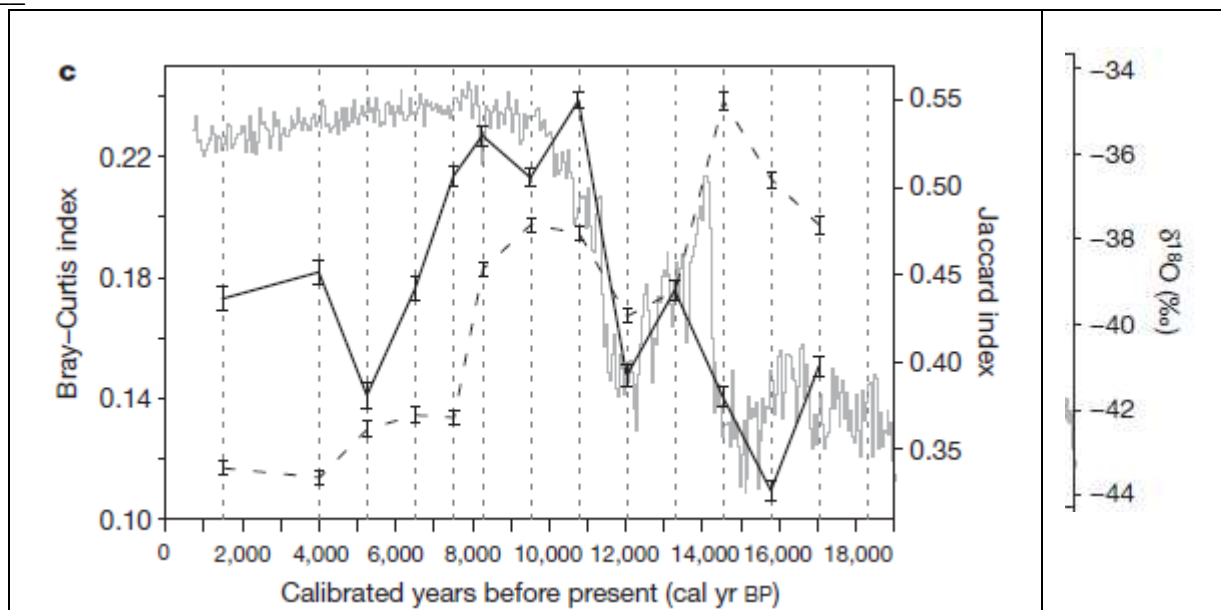


Рис. 14. Зміни рівня видового різноманіття (індекс Брейя–Кертиса) та типа фаун дрібнорозмірних ссавців Північної Америки в Плейстоцені – Голоцені. По осі ОХ – геологічний час, роки; по осі ОУ – значення індекса Брейя–Кертиса (ліва панель) та індекса Джакарда (права панель). Де: Bray-Curtis Index – індекс Брейя–Кертиса (пунктирна лінія на графіку); Jaccard Index – індекс Джакарда (суцільна лінія на графіку). Різко звивиста лінія на графіку – значення показника ізотопного фракціонування кисню-18 ($\delta^{18}\text{O}$).

Контрольні запитання:

1. Кліматичні умови в Антропогені. Квазіциклічність чергування льодовикових та міжльодовикових епох та її причини.
2. Причини формування зледенінь в Північному Льодовитому океані (1 млн.р.т.). Причини різкої зміни рівня Світового океану в Антропогені.
3. Причини плейстоцен-голоценового вимирання мегафауни.
4. Основні події антропогенезу:
 - а) роль мутацій в генах ASPM (1,5 млн.р.т.) та FOXP2 (42 т.р.т.) в формуванні людини розумної;
 - б) початок використання вогню (1 млн.р.т.); поява релігійних вірувань (42-40 т.р.т.); поняття «неолітична революція» (10 т.р.т.);
 - в) взаємовідносини між неандертальцями та людьми сучасного типу.

Основна література:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
3. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.

4. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.

Додаткова література:

1. Палеогеография и биостратиграфия плиоцена и антропогена. М., 1971
2. Колебания уровня Мирового океана в плейстоцену. Л., 1975.
3. Куница Н.А. Природа Украины в плейстоцене.– Черновцы: Рута, 2007. – 239 с.
4. Мельничук І.В. Палеоландшафти України в антропогені. – К.: ВГЛ “Обрії”, 2004. – 208 с.
5. Величко, А.А. Природный процесс в плейстоцене / А.А.Величко. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
6. Рослый И.М. Палеогеография Украины в антропогене. – К., Вища школа, 1988. – 205 с.

Література до курсу «Палеоекологія»:

1. Веклич М.Ф. Проблемы палеоклиматологии. – К., Наук. Думка, 1987. – 190 с.
2. Веклич М.Ф. Основы палеоландшафтоведения. – К., Наук. Думка, 1990. – 191 с.
3. Верзилин Н.Н. Методы палеогеографических исследований. – Л.: Недра, 1979. – 247 с.
4. Дашкевич З.В. Палеогеография. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1969. – 151 с.
5. Рухин Л.Б. Основы общей палеогеографии. – Л.: Гостоптехиздат, 1962. – 628 с.
6. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология: Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 1997. – 448 с.
7. Условия древнего осадконакопления и их распознавание / Под ред. Дж.Ригби, У.Хемблина. – М.: Мир, 1974. – 327 с.
8. Имбри Дж., Имбри К.П. Тайны ледниковых эпох. М.: Прогресс, 1988. – 263 с.
9. Ушаков С.А., Ясаманов Н.А. Дрейф материков и климаты Земли. – М.: Мысль, 1984. – 206 с.
10. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. 2-е изд., перераб. и доп.: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 2006. – 592 с.
11. Общая палеоэкология с основами экологии: Учебное пособие. Изд. третье, доп. / Под общ. ред. Г.Н. Киселева. – СПб.: С.-Петербург. гос. ун-т, 2005. – 148 с.
12. Основы палеонтологии. Справочник для палеонтологов и геологов СССР. В 15-и томах. Под ред. Ю.А. Орлова.
13. Еськов К.Ю. Удивительная палеонтология: история Земли и жизни на ней / К.Ю. Еськов. – М.: ЭНАС, 2008. – 312 с.
14. Рич П.В., Рич Т.Х., Фентон М.А. Каменная книга. Летопись доисторической жизни / Пер. с англ. с дополнениями и изменениями. – М.: МАИК «Наука», 1997. – 623 с.
15. Красилов В.А. Палеоэкология наземных растений. Владивосток: Наука, 1972. – 212 с.
16. Современная палеонтология: Справочное пособие: В 2-х т. / Под ред. В.В. Меннера, В.П. Макридина. М.: Недра, 1988. Т. 1. - 350 с. Т. 2. - 383 с.
17. Биотические события на основных рубежах фанерозоя / Под ред. В.В. Меннера. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. – 180 с.
18. Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: Недра, 1987. – 403 с.
19. Методика палеонтологических исследований / Под ред. Б. Каммел, Д. Руап. М.: Мир, 1973. – 392 с.
20. Геккер Р.М. Введение в палеоэкологию. М.: Госгеолтехиздат, 1957. – 126 с.
21. Микропалеонтология / Н.И. Маслакова, Т.Н. Горбачик, А.С. Алексеев и др. М.: Изд-во МГУ, 1995. – 256 с.
22. Палеонтология и палеоэкология. Словарь-справочник / Под ред. В.П. Макридина и И.С. Барскова. М.: Недра, 1995. – 494 с.
23. Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Копаевич Л.Ф. и др. Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфическом исследовании. Методические рекомендации. М., 1998.
24. Захаров В.А. Палеоэкология и тафономия морских беспозвоночных. Новосибирск, 1984.
25. Степанов Д.Л., Буракова А.Т., Иванов А.О. и др. Палеоэкология: Учебное пособие. Л., 1990.
26. Степанов Д.Л., Киселев Г.Н. Учебно-методические таблицы и иллюстрации к курсу «Палеоэкология». Л., 1990.
27. Максимова С.В. Очерки по прикладной палеоэкологии. М., 1984.
28. Рауп Д., Стенли С. Основы палеонтологии. – М.: Мир, 1974. – 390 с.
29. Жерихин В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филогенетике. – М.: КМК, - 2003.
30. Монин А.С., Шишков Ю.А. История климата. – Л.: Гидрометеиздат, 1979.

О.П. Кундельчук, О.В. Давидов

ПАЛЕОЕКОЛОГІЯ:

Робочий зошит для практичних та
семінарських занять

Навчальний посібник

Папір офсетний. Друк різнографія
Умовно-друк.арк Тираж 300 прим.

Видавництво ПП Вишемирський В.С.
Свідоцтво серія ХС № 48 від 14.04.2005
Видано Управлінням у справах преси та інформації
73 000, Україна, м. Херсон, вул.. 40 років Жовтня, 138.
Тел.. (050) 133 – 10 – 13, e-mail: avs2001@inbox.ru

