

Обзор: развитие жизни в протерозое и палеозое

От простейших до многоклеточных и
выход жизни на сушу в древние эры.



Геологические эпохи и перемены на Земле

Протерозой и палеозой — ключевые периоды, формировавшие земную жизнь. Здесь зарождались и исчезали древние организмы, менялась атмосфера и рельеф нашего мира.



Протерозой: становление многоклеточных форм

Около миллиарда лет назад в океанах возникли первые многоклеточные организмы, включая простые водоросли и губки, которые образовали первые устойчивые сообщества клеток.

Началась специализация клеток, что позволило им выполнять разные функции — основа сложных организмов будущего.

Все формы жизни тогда были исключительно морскими, поскольку суша оставалась без растительности и животных.

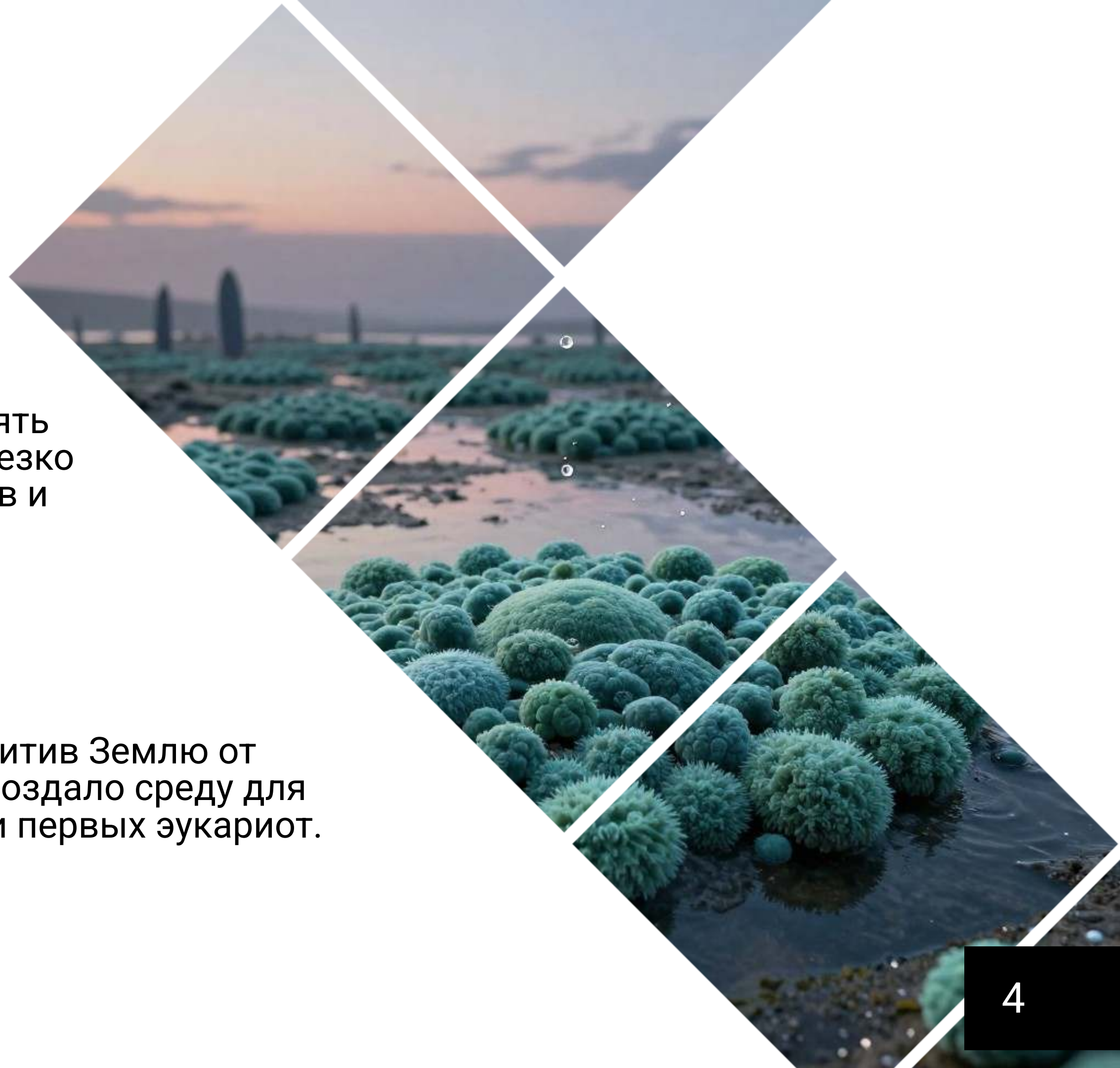
Кислородная катастрофа и её влияние на жизнь

01

Цианобактерии начали выделять кислород фотосинтезом, что резко изменило атмосферный состав и уничтожило большинство анаэробных организмов.

02

Появился озоновый слой, защитив Землю от опасного ультрафиолета, что создало среду для эволюции аэробных существ и первых эукариот.

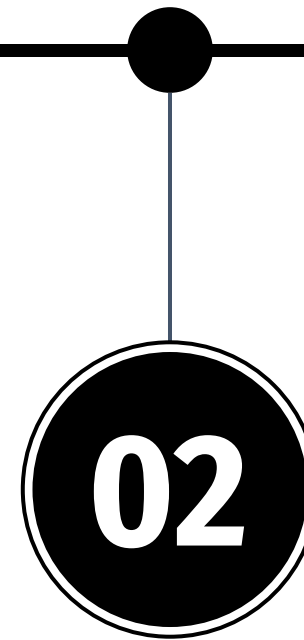


Эдиакарская биота: первые сложные организмы



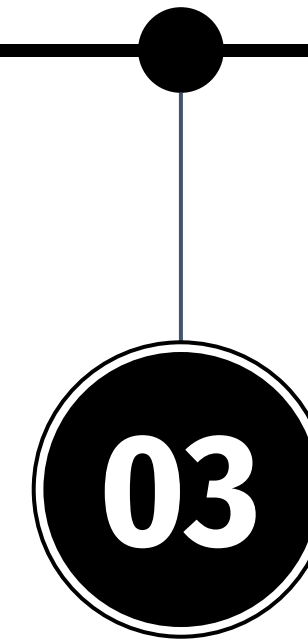
635 млн лет назад

Начало эдиакарского периода — появление первых многоклеточных организмов без твердых скелетов.



600-550 млн лет назад

Расцвет разнообразных форм мягкотелых существ, таких как Dickinsonia и Spriggina, живших в прибрежных водах.



541 млн лет назад

Завершение периода и переход к кембрийскому взрыву — началу бурного появления новых видов с твёрдыми частями тела.

Кембрийский взрыв: быстрое разнообразие форм жизни



Появление твёрдых панцирей

Животные начали развивать защищающие тела панцири, что повысило их шансы на выживание и распространение в океанах. Среди них трилобиты и моллюски получили широкое распространение.



Развитие органов чувств

В этот период формируются сложные глаза и чувствительные органы, что позволило активно ориентироваться в окружающей среде и улучшило охоту и защиту.



Усложнение двигательных систем

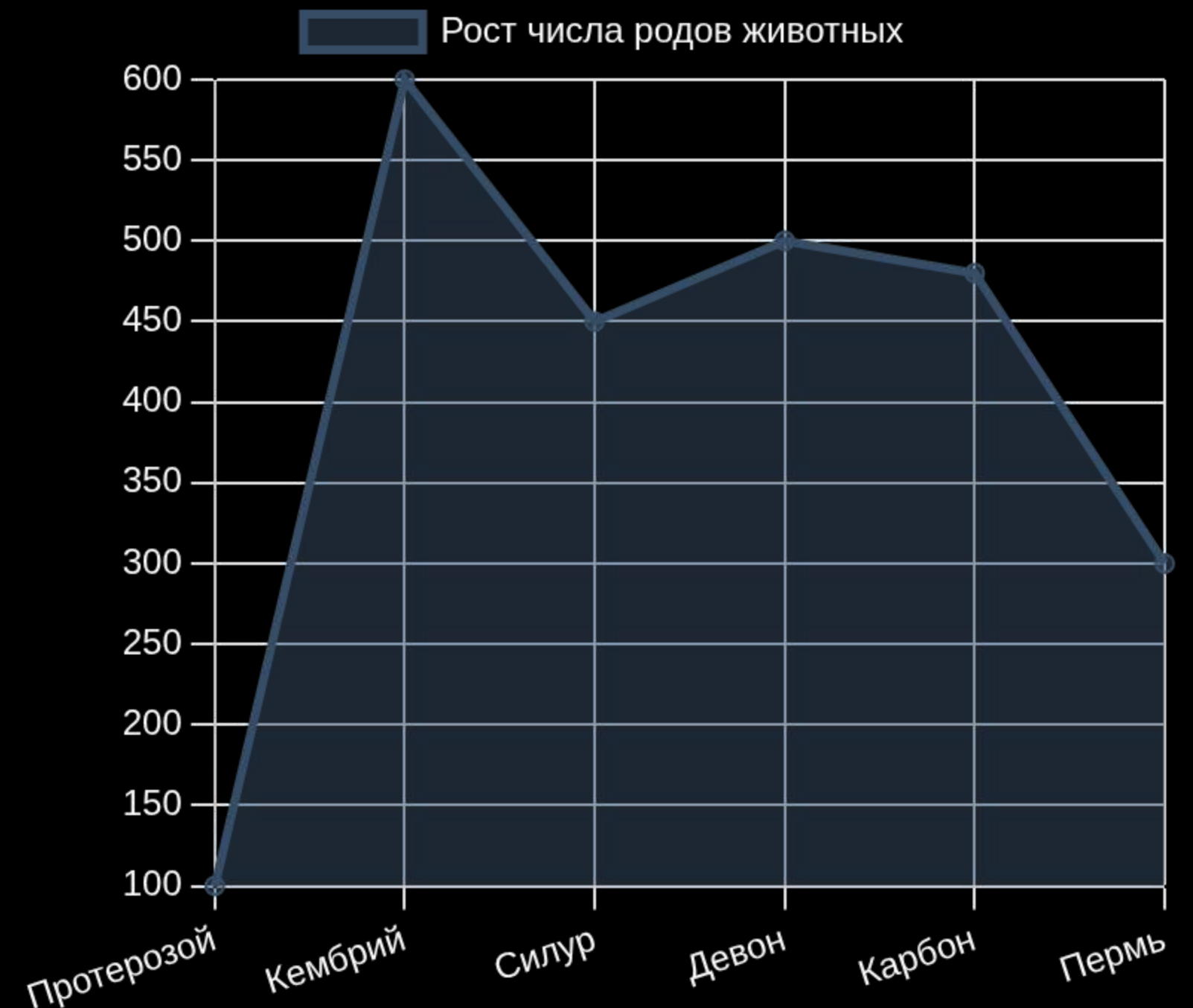
Животные приобрели разнообразные способы передвижения: плавание, ползание и активное маневрирование для поиска пищи и избегания врагов.

Изменение биоразнообразия: протерозой-палеозой

Рост биоразнообразия сопровождался периодами кризисов и восстановления разных групп животных.

График отражает эволюционный подъем с резкими спадами после массовых вымираний, что меняло экологические сообщества.

Палеонтологические сводки, 2023



Возраст морей: трилобиты и морские сообщества

Трилобиты — лидеры морей

Трилобиты были одними из самых распространённых животных раннего палеозоя, достигали до 70 см и занимали важные экологические ниши на морском дне.

Морские лилии и брахиоподы

Морские лилии образовывали крупные сообщества, фильтруя воду, а брахиоподы заполняли разнообразные морские места обитания высокой численностью.

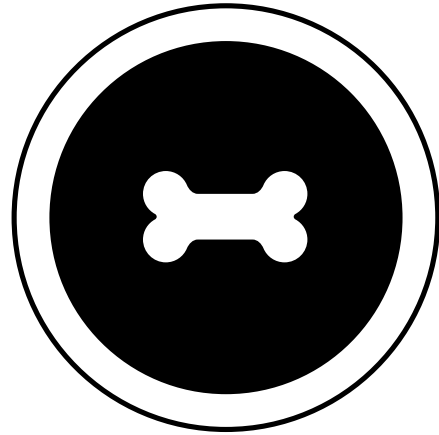
Массовые вымирания палеозоя: периоды и последствия

Основные массовые вымирания кардинально меняли биосферу и приводили к смене доминирующих групп организмов.

Массовые вымирания сыграли ключевую роль в формировании последующих экосистем и видов.

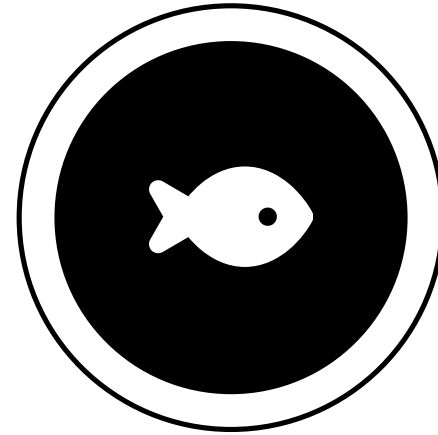
Период	Время (млн лет назад)	Уровень вымирания (%)	Последствия
Ордовик	444	85	Исчезновение 85% видов, смена морских сообществ
Девон	359	70	Значительное сокращение видов, эволюционные изменения
Пермь	252	96	Наибольшее вымирание, почти полный перестрой жизни

Появление позвоночных: ключевые особенности



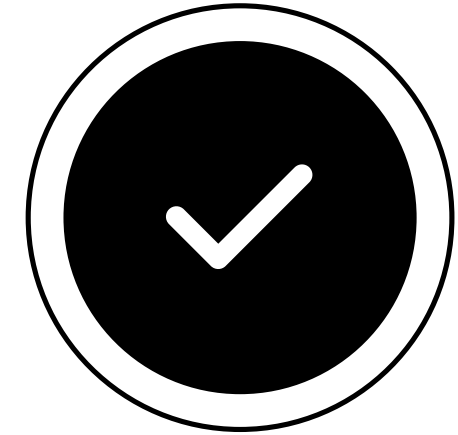
Развитие скелета

Появление внутреннего скелета из хряща и костей обеспечило надёжную поддержку и защиту тканей у первых рыб.



Вариативность форм

Первые бесчелюстные сменились челюстными рыбами с разнообразными стратегиями питания — от фильтрации до охоты.



Кожные покровы

Рыбы покрывались чешуёй, которая защищала тело и уменьшала сопротивление воды при движении.

Девон: «век рыб» и первые выходы на сушу

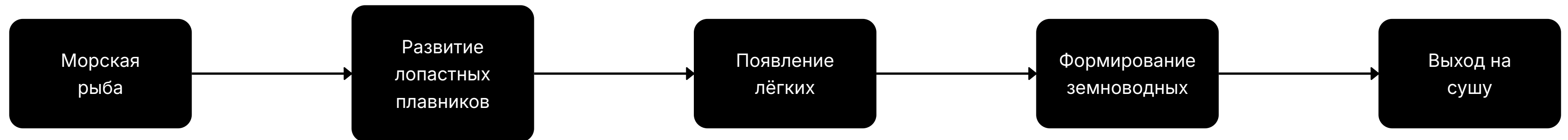
В девоне происходил расцвет разнообразных рыб: панцирных, акул и лопастепёрых. Эти позвоночные обитали преимущественно в морях и имели развитые плавники и чешую для защиты.

В этот период появляются первые позвоночные, осваивающие сушу — ихтиостега и акантостега. Они обладали конечностями и лёгкими, что позволило им передвигаться в прибрежных зонах и влажных местах.



Переход жизни от воды к суше

Последовательность эволюционных изменений у позвоночных (источники: палеонтология, морфология)



Развитие растений: от водорослей к лесам

В силуре первые наземные растения — мхи и риниофиты — приспособляются к жизни вне воды, развивая ткани для удержания влаги.

К концу девона деревья, такие как археоптерис, формируют первые леса, значительно меняя ландшафт и создавая новые экосистемы.

Образование лесов способствует увеличению кислорода в атмосфере и формированию верхнего почвенного слоя с органическим грунтом.

Появление лесов создаёт новые экологические ниши, стимулируя эволюцию разнообразных животных и микробных сообществ.

Каменноугольный период: эра огромных папоротников

Древовидные папоротники, хвощи и плауны доминируют в болотистых ландшафтах каменноугольного периода, формируя густые, обширные леса.

Высокий уровень кислорода в атмосфере, превышающий 30%, способствует развитию гигантских насекомых, таких как меганевры с размахом крыльев до 75 см.

Образование крупных залежей каменного угля связано с накоплением растительного материала в затопленных лесах и болотах того времени.

Влияние первых лесов на экосистемы палеозоя



Рост продуктивности и изменчивость климата

Возникновение лесов повысило биологическую продуктивность, что повлияло на циклы углерода и изменило климатические условия. Леса стали важным элементом глобального баланса экосистем.



Появление крупных хищных насекомых

В лесах девона и каменноугольного периода развились крупные насекомые-охотники, такие как меганевра. Их размеры и роль в пищевых цепях становятся важной частью биоразнообразия того времени.

**320 млн
лет назад**

В позднем карбоне сформировались амниотические яйца, обеспечившие защиту зародыша и способствовавшие адаптации позвоночных к жизни на суше.

амниотические яйца
позволили первым
пресмыкающимся
успешно размножаться
вне водной среды.

Палеонтологические исследования, карбонский период

Сравнительная характеристика животных палеозоя

► Таблица сопоставляет морфологические и экологические особенности ключевых групп палеозоя.

► Эволюция сопровождается постепенным освоением суши и усложнением тел строений.

Группа	Период	Среда обитания	Основные черты
Трилобиты	Кембрий	Морская	Членистоногие с твёрдым панцирем
Рыбы	Девон	Водная	Появление челюстей и костного скелета
Амфибии	Карбон	Полуводная	Первые позвоночные с конечностями для суши
Рептилии	Пермь	Наземная	Амниотические яйца, кожа с чешуёй

Палеонтологические данные и сравнительный анализ

Пермский период: крупные хищники и массовое вымирание

В пермском периоде распространяются терапсиды — предки млекопитающих, а также крупные хищные рептилии, меняющие наземные экосистемы.

Крупнейшее массовое вымирание истории Земли привело к исчезновению до 96% морских видов и радикальной перестройке биосферы.

Основные причины вымирания включают интенсивную вулканическую активность, резкие климатические колебания и недостаток кислорода в океанах.

Последствия вымирания затронули все группы организмов, что создало предпосылки для эволюции новых видов и экосистем в мезозое.

Значение протерозоя и палеозоя для эволюции жизни

01

В этих эрах сформировались основные типы животных и произошло расширение биологического разнообразия, что заложило фундамент сложных пищевых цепей.

02

Развитие жизни на суше и в море создало условия для последующего расцвета динозавров и млекопитающих в мезозое, важнейшем периоде эволюции.



Эволюционные уроки из древних эпох

Протерозой и палеозой представляют ключевые этапы развития многоклеточной жизни и её выхода на сушу. Массовые вымирания показали уязвимость биоразнообразия и важность адаптации к изменениям окружающей среды.

