

Развитие жизни на Земле в фанерозое

Путешествие от древних морей к человеку.

Почему фанерозой важен для понимания эволюции

- Именно в фанерозое жизнь стала хорошо видимой в ископаемой летописи: появились организмы с твердыми частями, которые сохраняются в породах. По ним можно проследить, как менялись экосистемы, климат и облик планеты.



Кембрийский взрыв и усложнение морских экосистем

1

Быстрый рост разнообразия

За сравнительно короткое время в кембрии резко увеличилось число животных групп. В морях сформировалось множество форм, отличавшихся способом питания, движением и образом жизни.

2

Появление твердых структур

У многих организмов возникли раковины, панцири и скелеты. Эти признаки улучшали защиту, давали опору для движения и значительно повысили шансы на сохранение в ископаемом виде.

3

Новые хищники

Появление активных хищников изменило отношения между организмами. Борьба за пищу усилилась, а у жертв стали развиваться более надежные защитные приспособления и новые стратегии выживания.

4

Сложные пищевые цепи

Морские сообщества стали более устойчивыми и многоуровневыми. В них появились производители, потребители и хищники, а экологические роли распределились значительно разнообразнее, чем прежде.

5

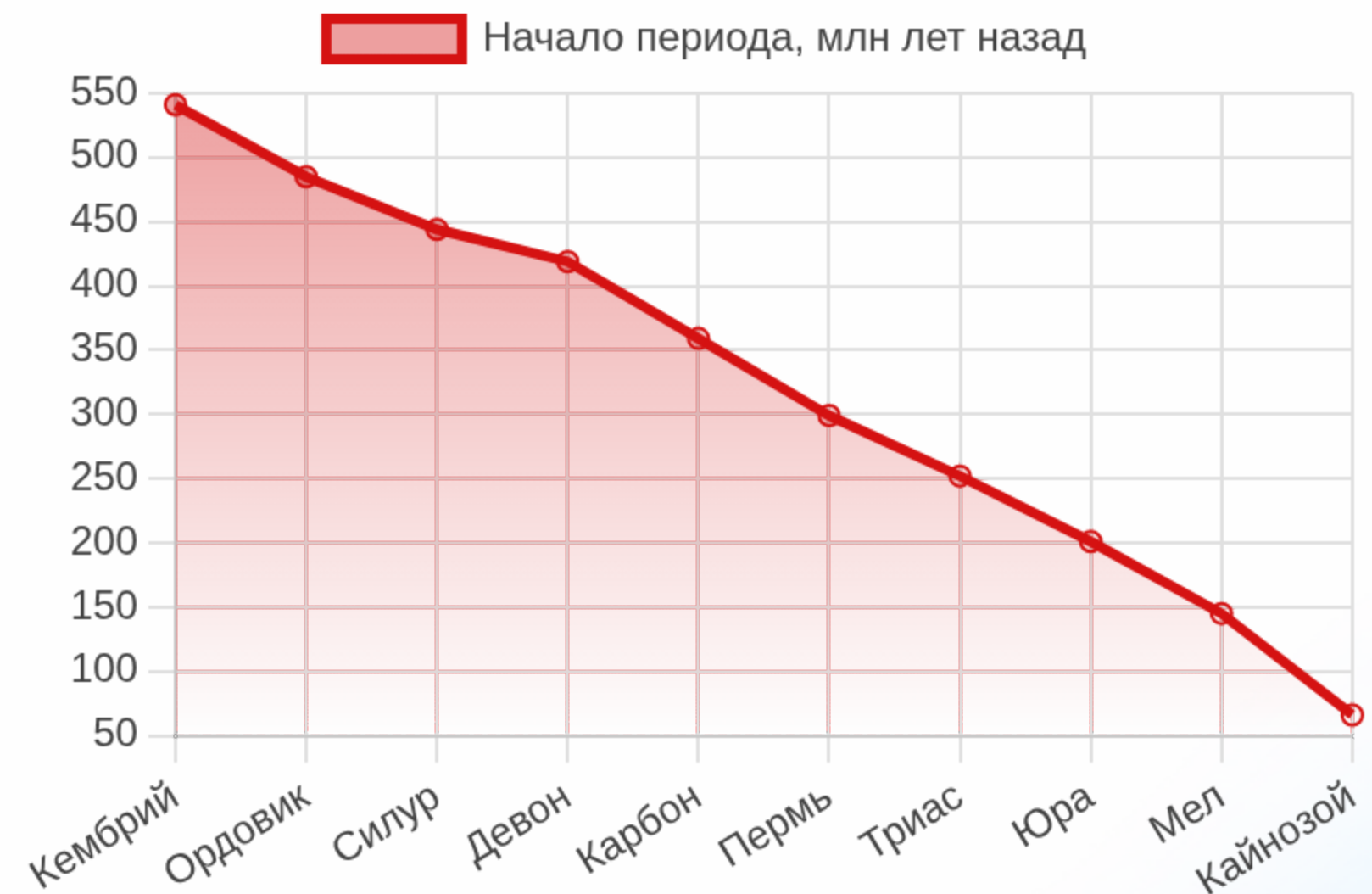
Основы современных экосистем

Именно в этот период были заложены главные принципы дальнейшего усложнения животного мира. Кембрий стал отправной точкой для многих крупных линий эволюции.

Периоды фанерозоя и их хронологические границы

Шкала показывает последовательность периодов и помогает увидеть, как часто биосфера переживала переломные этапы.

Чем ближе к современности, тем заметнее смена доминирующих групп и влияние крупных кризисов на эволюцию.



Международная стратиграфическая шкала (ICS), актуальная версия

Ордовик и силур: расцвет морской жизни и первые шаги к суше



Морское разнообразие

В ордовике моря стали намного богаче по составу организмов: широко распространились кораллы, брахиоподы, головоногие моллюски и другие беспозвоночные, образовавшие сложные сообщества.



Укрепление организмов

У многих морских форм усилилось развитие раковин и скелетов. Это сделало их лучше защищенными, а также повысило разнообразие способов питания, передвижения и конкуренции.



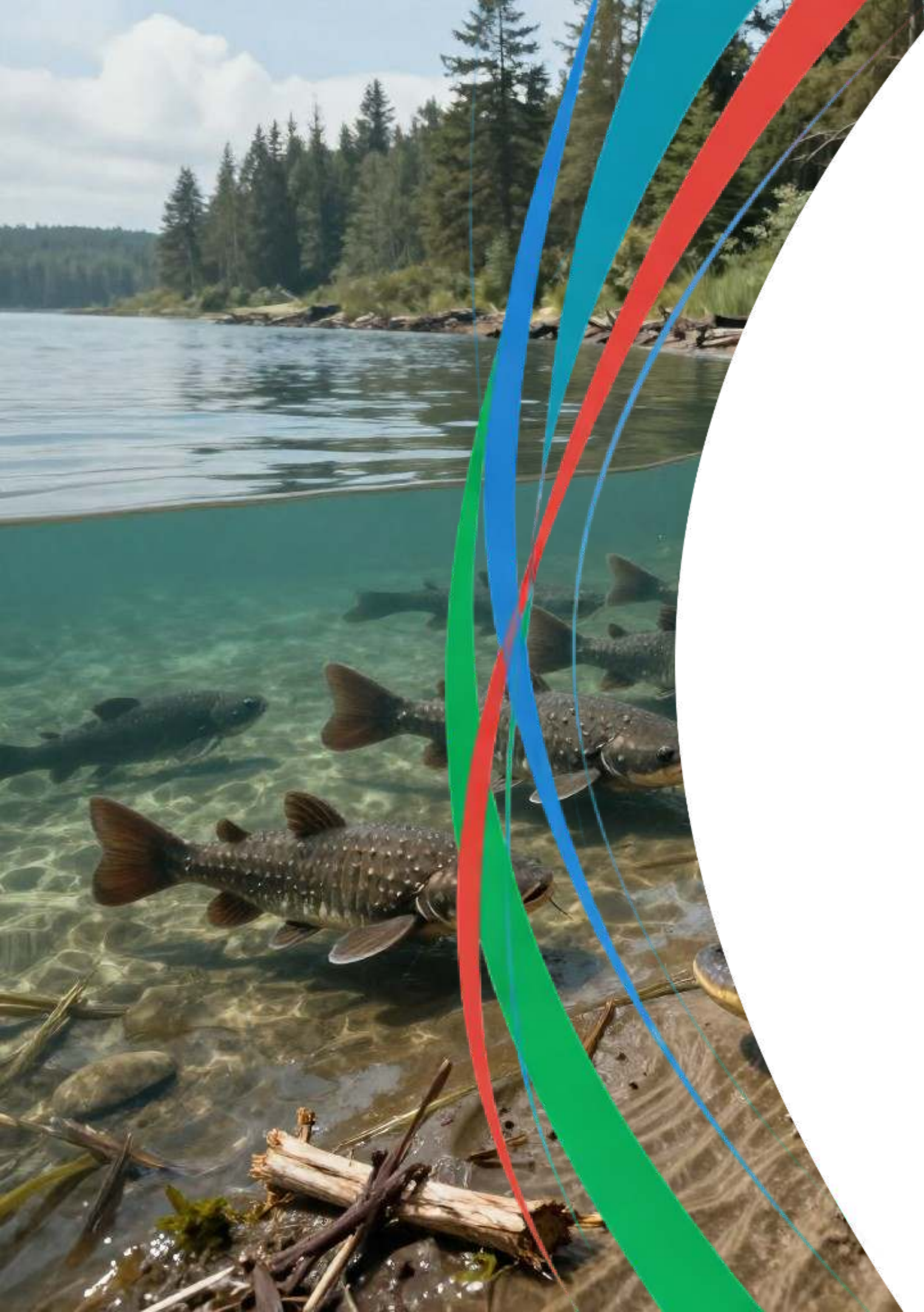
Первые наземные растения

В силуре на суше появились первые сосудистые растения. Они еще были небольшими, но уже могли закрепляться на поверхности и постепенно изменяли прибрежные ландшафты.



Освоение берега

Одновременно возникали ранние наземные членистоногие и зачатки почв. Переходная зона между водой и сушей становилась все более сложной и пригодной для жизни.



Девон: выход позвоночных на сушу

Век рыб

Девон считают временем расцвета рыб: особенно разнообразились панцирные, кистеперые и лучеперые формы. Их успех связан с различными способами питания, движения и освоения морских и пресных водоемов.

Первые тетраподы

Из кистеперых рыб возникли ранние земноводные, способные использовать как воду, так и сушу. Это стало одним из важнейших переходов в истории позвоночных.

Леса на суше

Континенты покрывались лесами из плаунов, хвощей и папоротников. Растительность изменила почвы, создала новые места обитания и стала основой для дальнейшего усложнения наземных экосистем.

Наследие девона

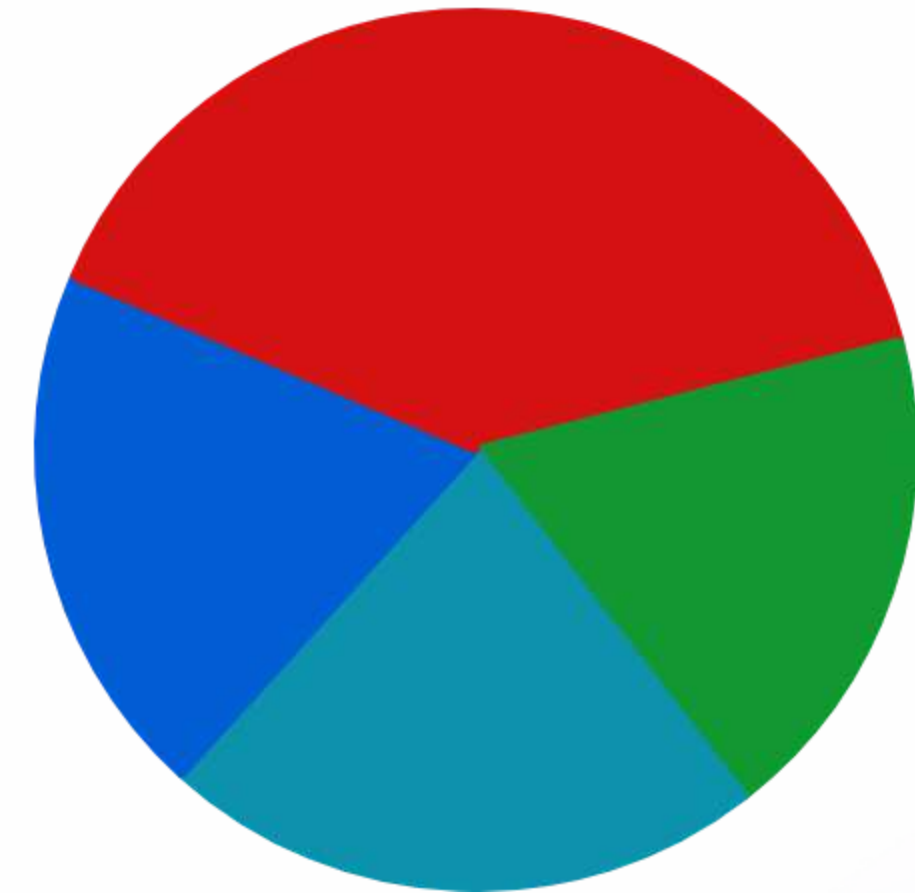
К концу периода появились первые семенные растения, что сделало размножение независимым от воды. Это открыло путь к широкому распространению растений в более сухих условиях.

Пять крупнейших массовых вымираний фанерозоя

Каждый кризис радикально сокращал биоразнообразие и менял направление дальнейшей эволюции жизни.

Самым разрушительным было пермское вымирание; именно после таких событий обычно начиналась быстрая перестройка экосистем.

Ордовикско-силурийское Девонское
Пермское Триасовое Мел-палеогеновое



Обобщение данных палеонтологической литературы; оценочные значения потерь видов

90%

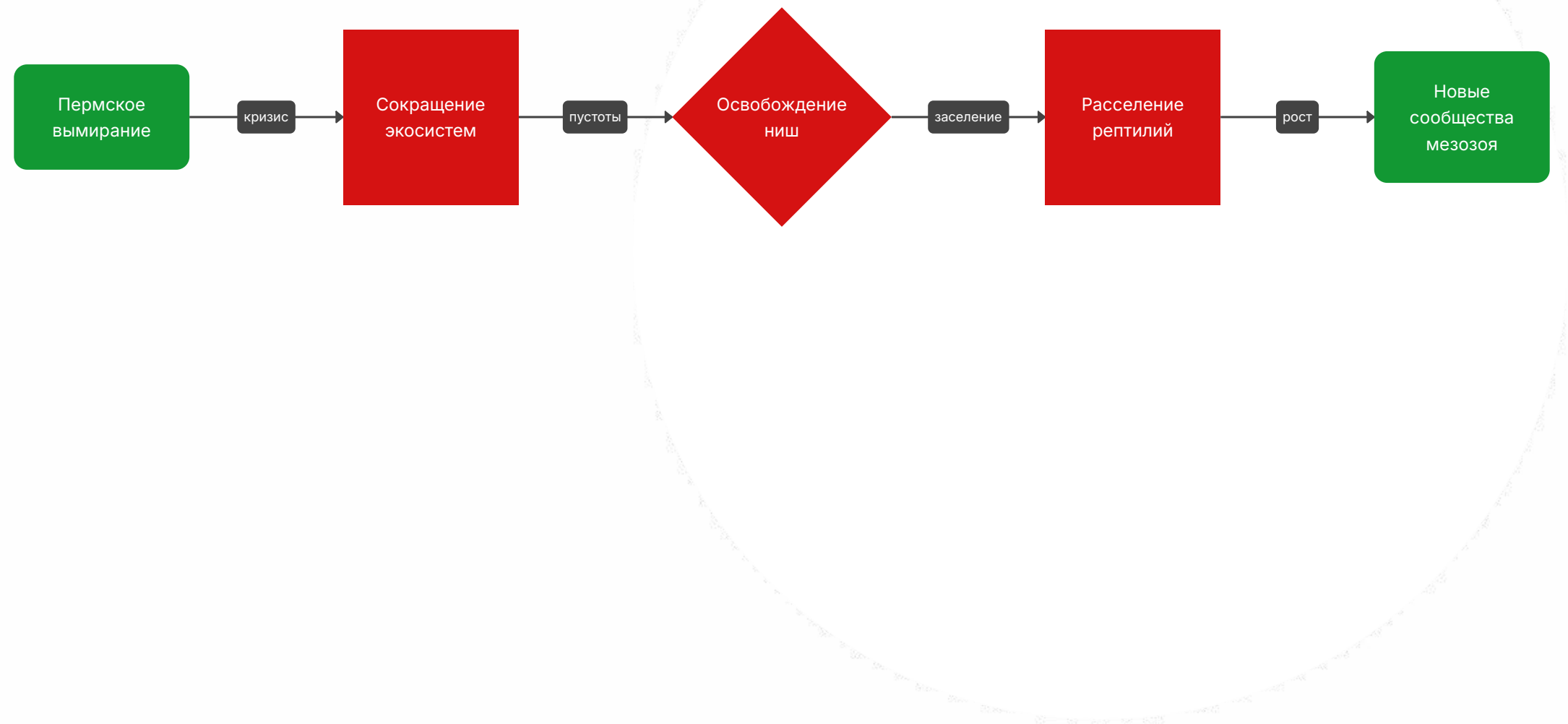
**морских видов исчезли на границе
перми и триаса.**

Это событие стало крупнейшим
биологическим кризисом фанерозоя
и надолго нарушило работу морских
и наземных экосистем.

Палеонтологические оценки для пермско-
триасового вымирания

Переход от палеозоя к мезозою

Схема отражает, как крупное вымирание изменило состав экосистем и открыло путь новым группам позвоночных.



Триас: восстановление биосферы и появление новых групп

Новые рептилии

В триасе появились первые динозавры и птерозавры, а также древние млекопитающие. Эти группы еще не доминировали, но уже обозначили будущую смену ведущих животных на планете.

Жаркий и сухой климат

Климат оставался в целом теплым и засушливым, поэтому на суше особенно успешно развивались хвойные, саговники и гинкговые. Такие условия отбирали формы, устойчивые к нехватке влаги.

Восстановление морей

Морские экосистемы постепенно оправлялись после пермского кризиса. На место исчезнувших групп приходили новые формы, а пищевые цепи снова становились более устойчивыми и разнообразными.

Рост разнообразия рептилий

Триас стал временем активной эволюции рептилий на суше и в воде. Освободившиеся экологические ниши ускорили их расселение и подготовили почву для господства мезозойской фауны.

Юрский мир: динозавры, морские гиганты и первые птицы



Динозавры на суше

Юрские ландшафты принадлежали крупным динозаврам, которые занимали самые разные экологические роли — от растительноядных гигантов до быстрых хищников. Теплый и влажный климат поддерживал густые хвойные леса, создавая богатую кормовую базу и разнообразные места обитания.



Хозяева древних морей

В океанах юрского времени широко распространились ихтиозавры и плезиозавры. Эти морские рептилии были вершиной пищевых цепей, а прибрежные моря и мелководья становились ареной сложных взаимодействий между хищниками, рыбами и головоногими моллюсками.



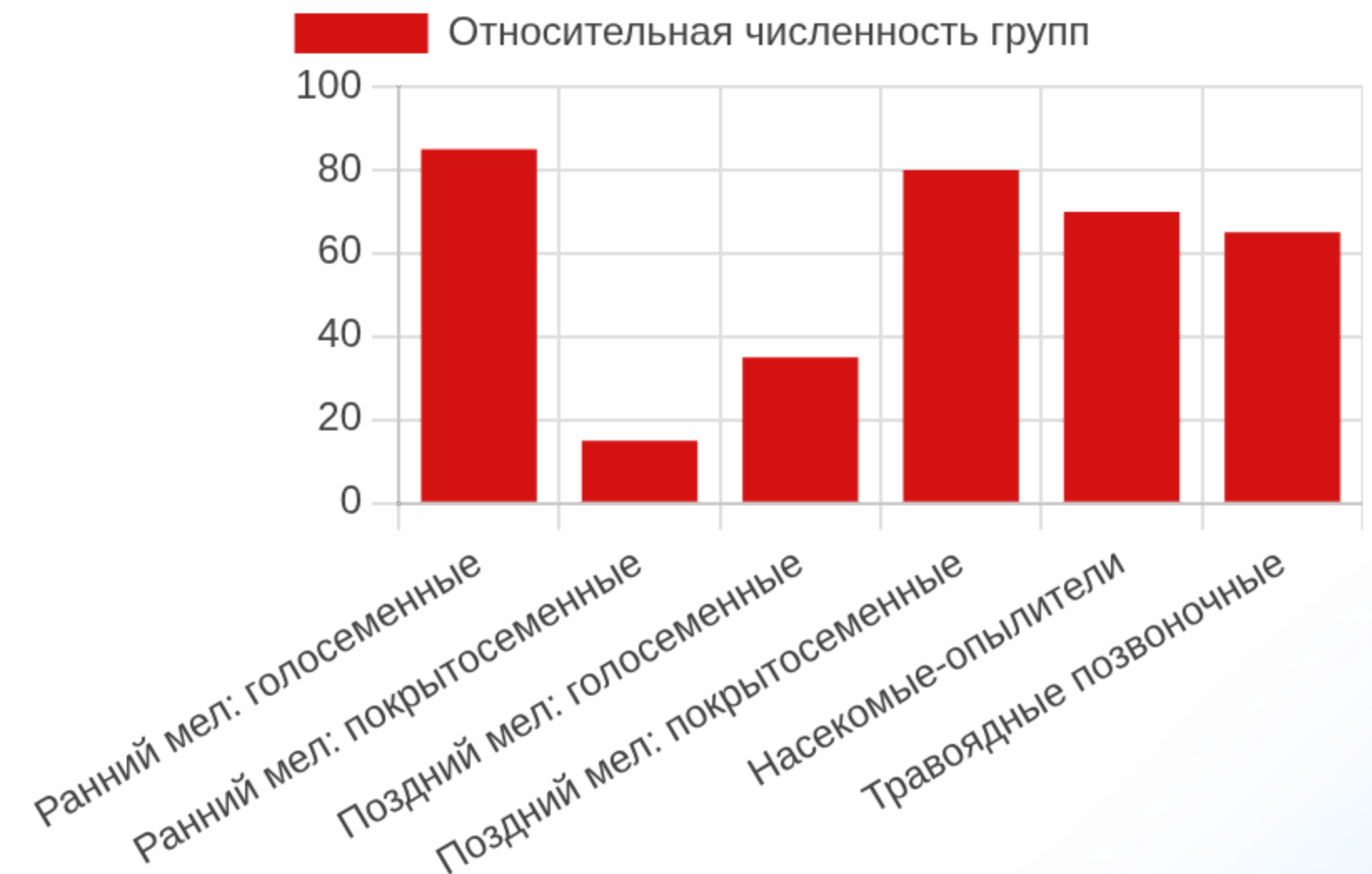
Переход к полету

Появление Archaeopteryx стало важной вехой в истории жизни: эта форма сочетала признаки динозавров и птиц. Ее облик показывает, как постепенно возникали новые группы организмов, приспосабливавшиеся к жизни в воздухе и на деревьях.

Мел: распространение покрытосеменных и перестройка пищевых цепей

Переход к новым растениям изменил не только флору, но и способы питания животных. Особенно быстро перестраивались сообщества насекомых и наземных позвоночных.

Рост покрытосеменных запустил коэволюцию: новые растения расширили кормовую базу и усилили разнообразие опылителей и травоядных.



По данным палеоботанических и палеоэкологических реконструкций; обобщение для учебной схемы.

Путь к границе мела и палеогена

До кризиса

В конце мела на суше доминировали нептичьи динозавры, а в морях — аммониты и крупные рептилии. Экосистемы были разнообразны, но уже существовали признаки уязвимости перед резкими глобальными изменениями.

66 млн лет назад

На границе мела и палеогена произошло массовое вымирание. Наиболее вероятным триггером считают падение астероида в районе Чиксулуба, совпавшее по времени с мощным вулканизмом Деканских траппов.

После кризиса

Освободившиеся экологические ниши начали быстро занимать млекопитающие и птицы. Это стало началом новой эволюционной фазы, в которой сформировались основы кайнозойских экосистем.

Три эры фанерозоя: кто доминировал и что изменилось

Таблица показывает, как менялись ведущие группы организмов, ключевые эволюционные новшества и наиболее узнаваемые примеры в течение фанерозоя.

Каждая эра закрепляла новый набор доминирующих групп: от морской жизни к наземным позвоночным и затем к современным экосистемам.

Эра	Доминирующие группы	Новшества	Примеры
Палеозой	Морские беспозвоночные, рыбы	Скелеты, выход на сушу	Трилобиты, кистеперые
Мезозой	Динозавры, рептилии	Крупные наземные формы	Тираннозавр, археоптерикс
Кайнозой	Млекопитающие, птицы	Мозг, теплокровность	Человек

Обобщение по геохронологической шкале и палеонтологическим данным

Кайнозой: расцвет млекопитающих и современных экосистем

1

Освобожденные ниши

После вымирания на границе мела и палеогена млекопитающие быстро расширили ареалы и заняли освободившиеся экологические ниши. Это ускорило появление множества специализированных форм, от мелких насекомоядных до крупных хищников.

2

Новые линии развития

В кайнозойе возникли и широко распространились копытные, хищные, летучие мыши, китообразные и приматы. Параллельно разнообразились современные группы птиц, что сделало наземные и воздушные сообщества более сложными.

3

Климатический поворот

Теплый эоцен сменялся постепенным похолоданием, а затем ледниковыми эпохами четвертичного периода. Изменения климата влияли на миграции, вымирания и перестройку растительного покрова.

4

Современный облик биосферы

Именно в кайнозойе сложились многие экосистемы, знакомые сегодня: степи, леса умеренного пояса, тундра и морские сообщества с современными группами животных. Это эпоха формирования привычного нам мира.

Основные этапы эволюции гоминин в кайнозое

Переход между стадиями шел неравномерно: одни признаки появлялись раньше, другие закреплялись значительно позже. Эволюция человека была разветвленным, а не линейным процессом.

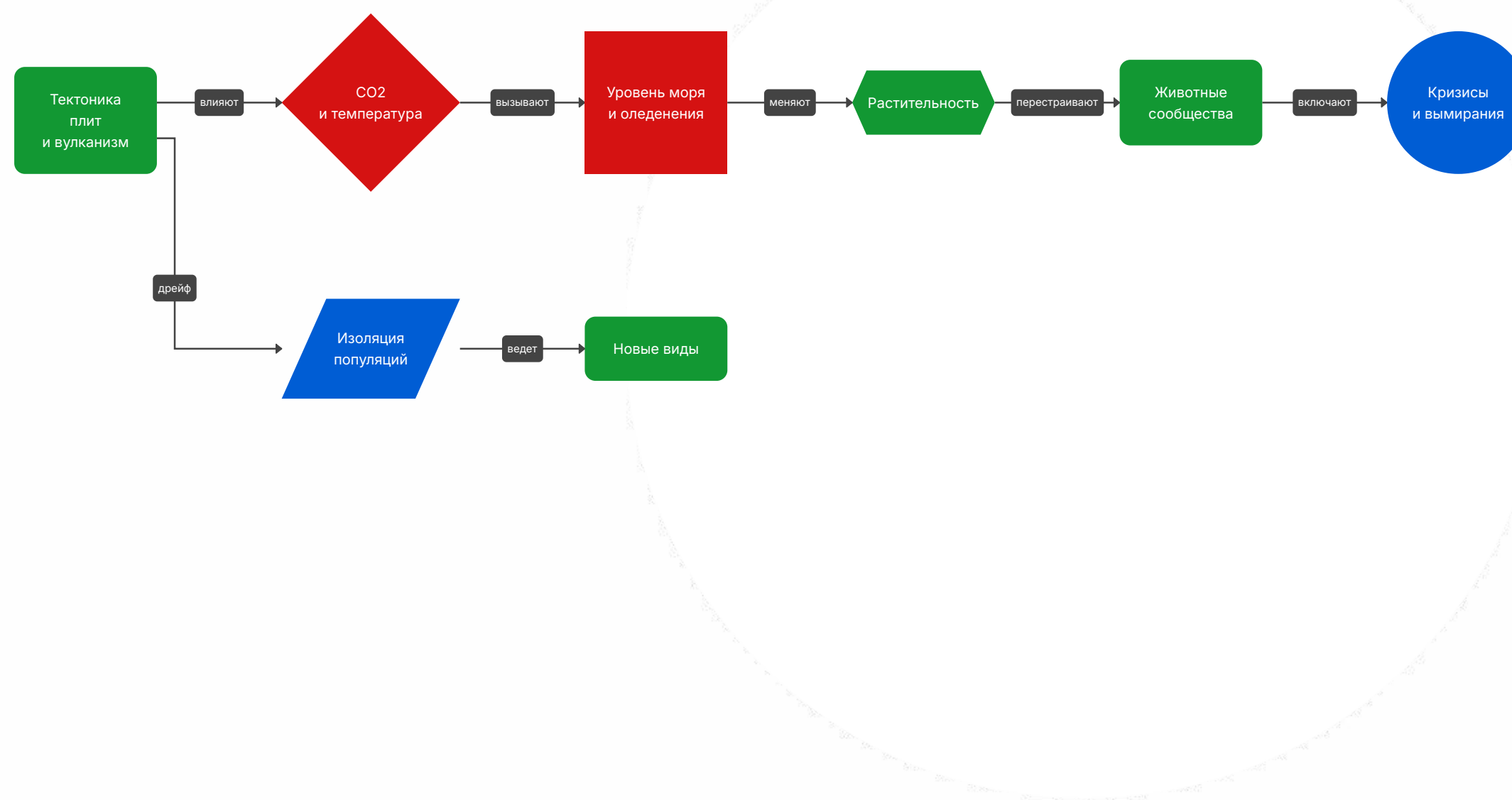
Диаграмма показывает постепенное накопление ключевых черт: прямохождения, усложнения поведения, орудийной деятельности и расселения за пределами Африки.

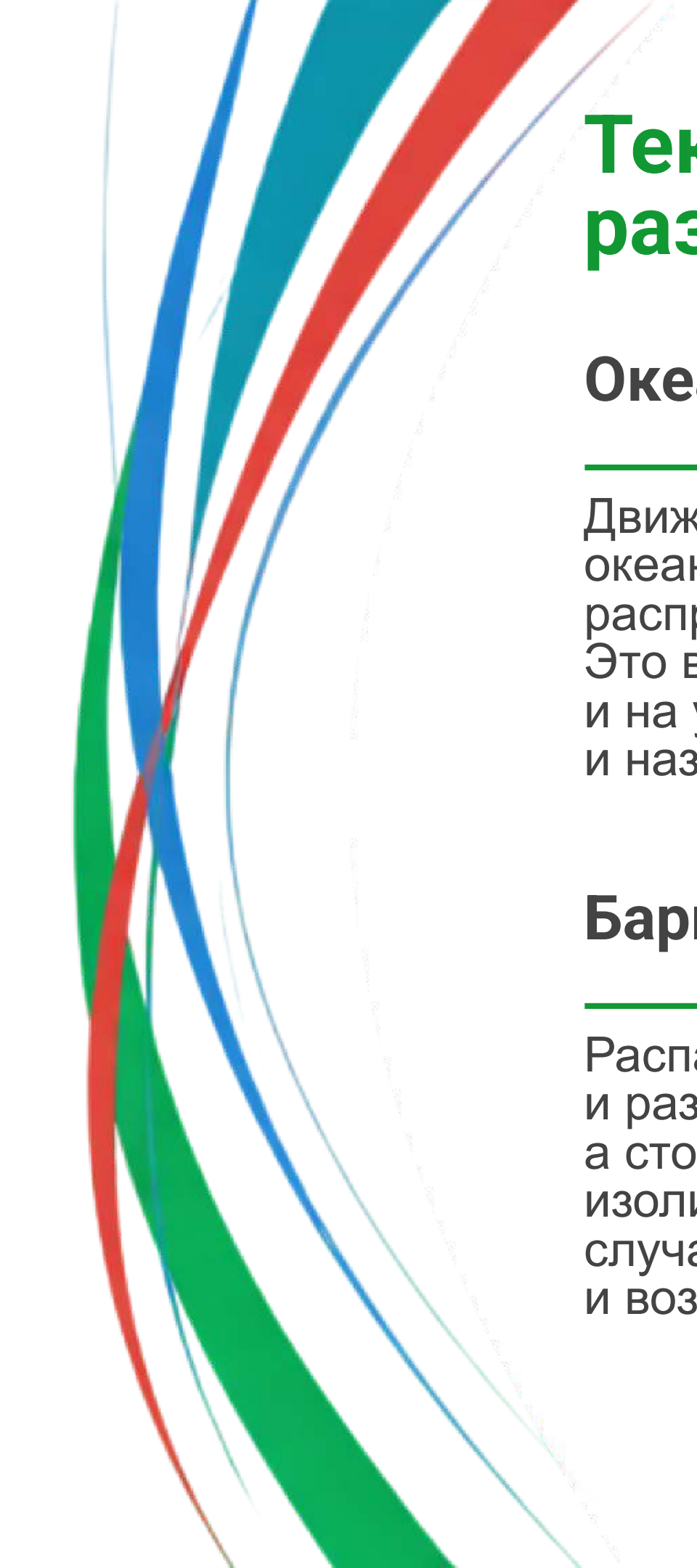


По данным антропологии и палеоантропологии; учебное обобщение по этапам антропогенеза.

Климат и геология как двигатели эволюции

Схема по данным геологии,
палеоклиматологии
и биогеографии.





Тектоника плит как фактор биологического разнообразия

Океаны и течения

Движение материков меняло очертания океанов и систему течений, а значит — распределение тепла и влаги на планете. Это влияло на климат целых регионов и на условия существования морских и наземных организмов.

Барьер и мост одновременно

Распад континентов создавал новые моря и разрывал прежние ареалы, а столкновение плит соединяло ранее изолированные территории. В обоих случаях менялись пути миграции и возникали новые эволюционные линии.

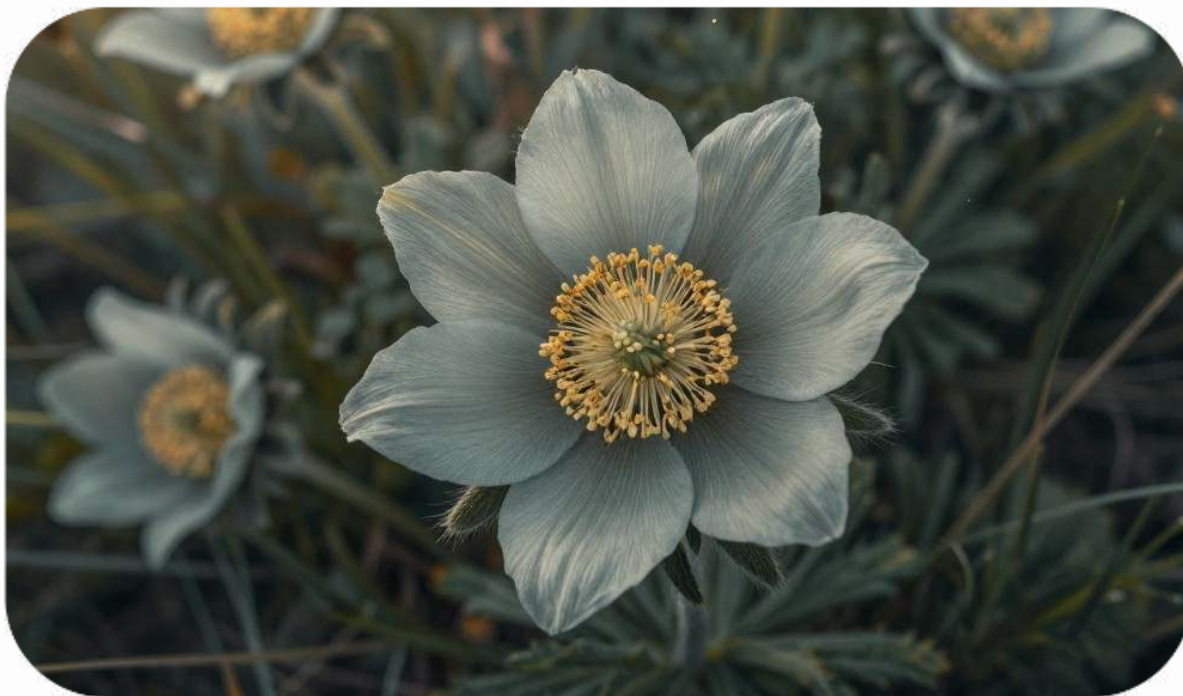
Изоляция популяций

Горы, пустыни и замкнутые бассейны ограничивали обмен между популяциями. Такая изоляция ускоряла видообразование, потому что небольшие группы организмов приспосабливались к местным условиям по-разному.

Кризисы биосферы

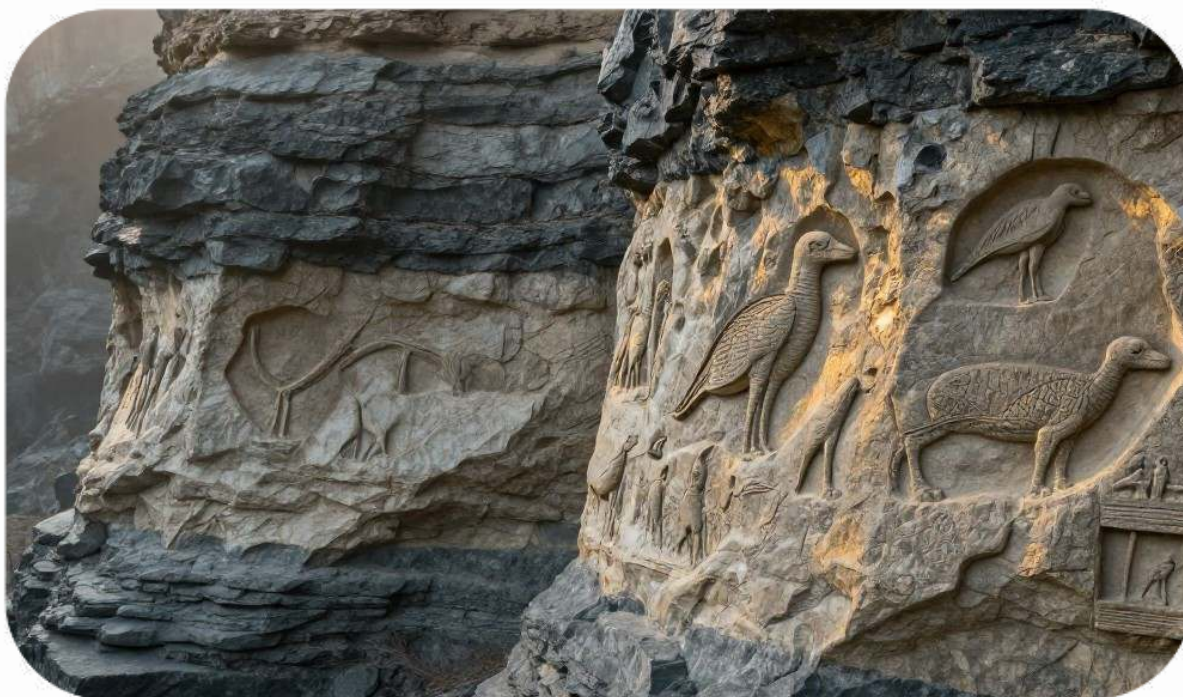
Не все геологические события были нейтральными для жизни: крупный вулканизм, резкие изменения климата и колебания уровня моря могли вызывать локальные и глобальные вымирания, резко сокращая биоразнообразие.

Следы фанерозоя в современной биосфере



Растения, которые изменили сушу

Покрытосеменные стали главной группой растений на суше и сформировали основу многих современных экосистем. Их успех связан с быстрым размножением, разнообразием форм и тесной связью с насекомыми-опылителями, что заметно на лугах, в лесах и садах.



От древних рептилий к человеку

Млекопитающие заняли ведущие позиции среди крупных наземных животных, а птицы происходят от динозавров, сохранив при этом способность к полету и высокую подвижность. На вершине этой длинной истории оказался человек, способный целенаправленно преобразовывать природу.

Фанерозой: история усложнения жизни

Фанерозой показывает, как жизнь на Земле переходила от морского разнообразия к освоению суши, а затем к современным экосистемам. Вымирания разрушали старые сообщества, но именно они открывали путь новым формам.