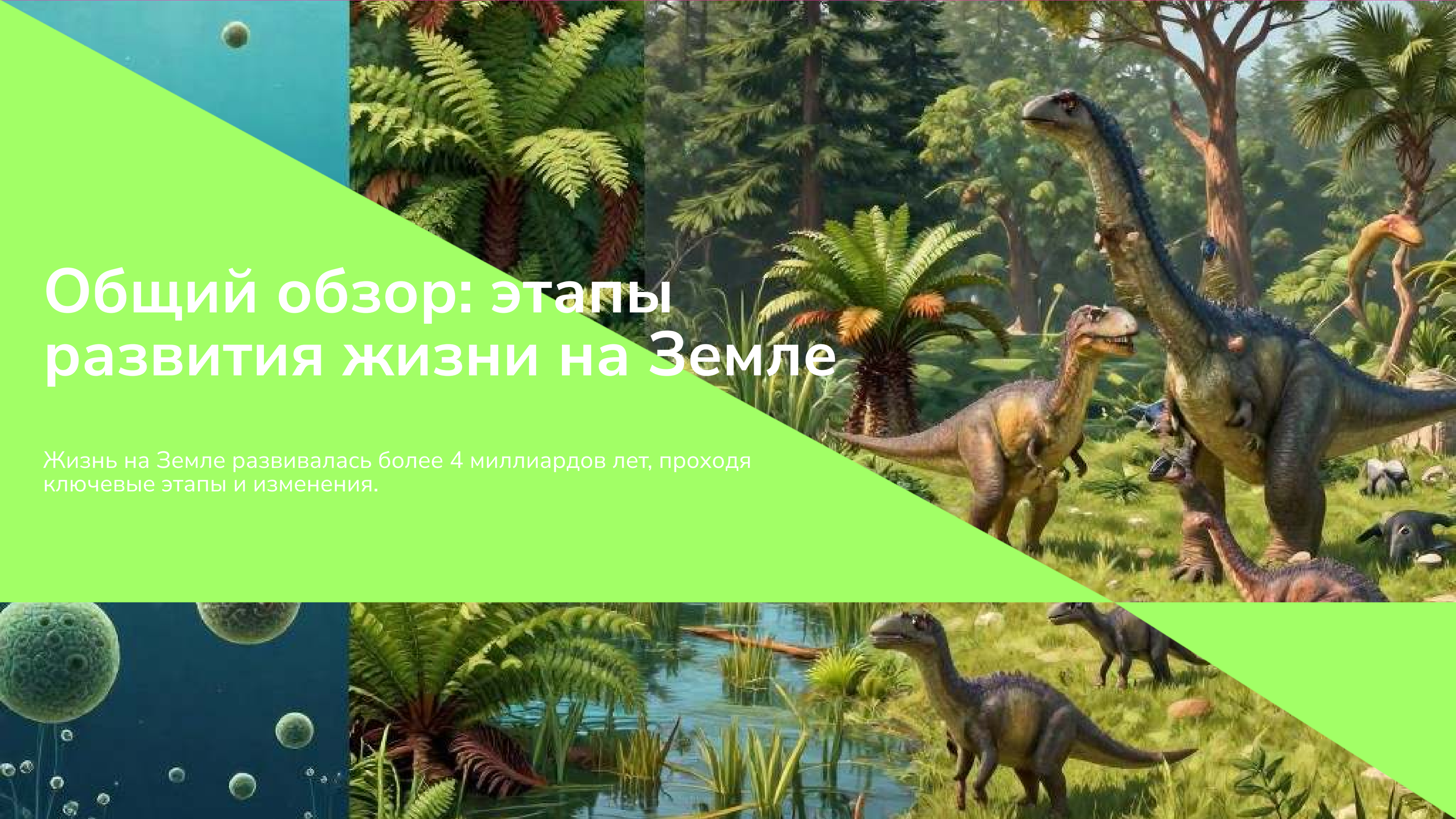


Общий обзор: этапы развития жизни на Земле

Жизнь на Земле развивалась более 4 миллиардов лет, проходя ключевые этапы и изменения.



Формирование Земли и зарождение жизни

Земля сформировалась 4,54 миллиарда лет назад в условиях высокой вулканической активности и отсутствия кислорода. Эти экстремальные условия заложили основу для возникновения первых форм жизни.



Зарождение первых организмов в архее



Появление прокариот

Около 3,8 миллиарда лет назад в древних океанах возникли одноклеточные прокариоты — первые живые существа на Земле. Они обладали простым строением и различными видами обмена веществ.



Роль цианобактерий

Цианобактерии выделились благодаря способности к фотосинтезу. Они стали главными источниками кислорода для накопления в атмосфере, что изменило условия для дальнейшей эволюции.



Выживание в анаэробных условиях

Множество бактерий жили без кислорода, используя химические реакции с неорганическими веществами и кислородосодержащими соединениями для питания в экстремальной среде.

Появление и значение фотосинтеза

↗ Фотосинтез, развившийся у цианобактерий 2,7 миллиарда лет назад, позволил использовать солнечную энергию для создания органических веществ.

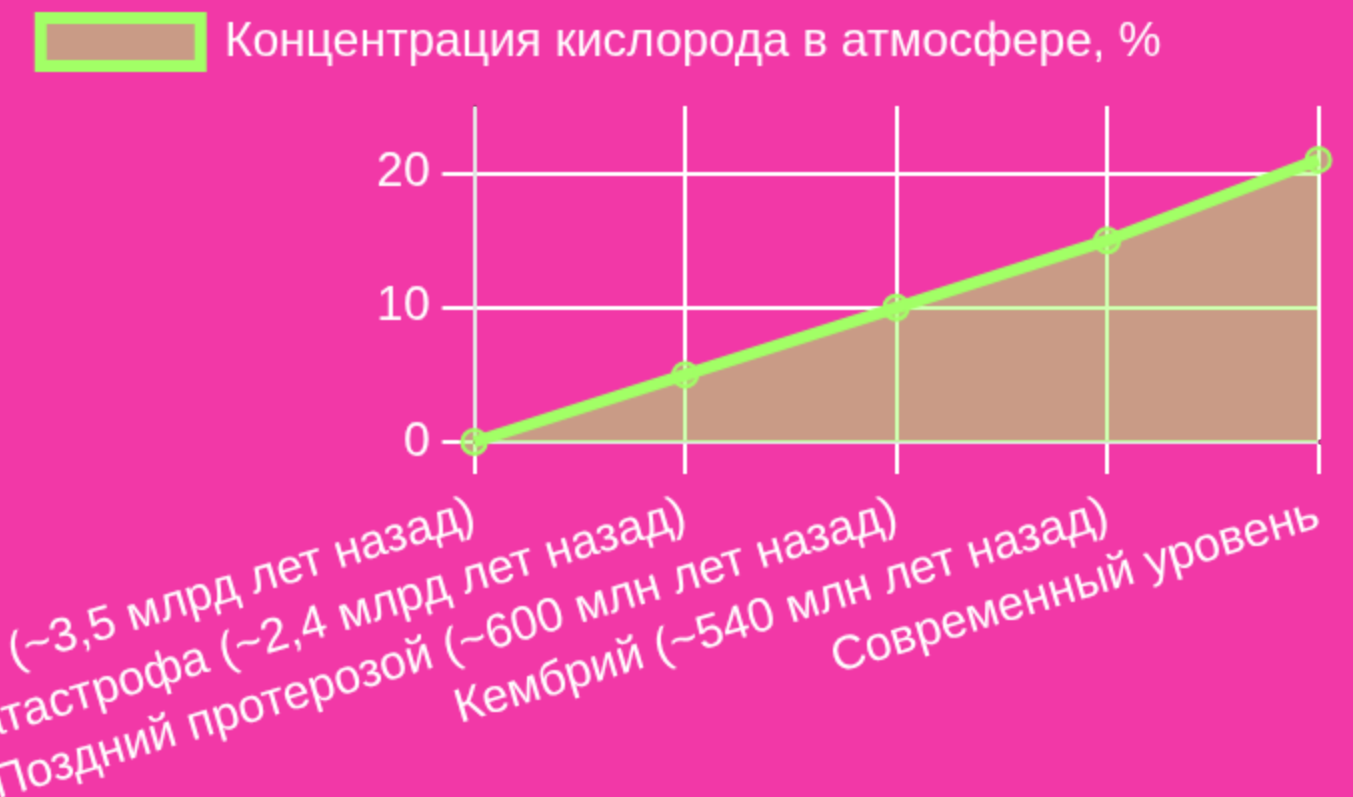
↗ Возникновение фотосинтеза создало условия для появления сложных организмов и расширения биологических экосистем.

↗ При фотосинтезе выделялся свободный кислород, который стал накапливаться в атмосфере, радикально изменяя окружающую среду.

Рост концентрации кислорода: график изменений

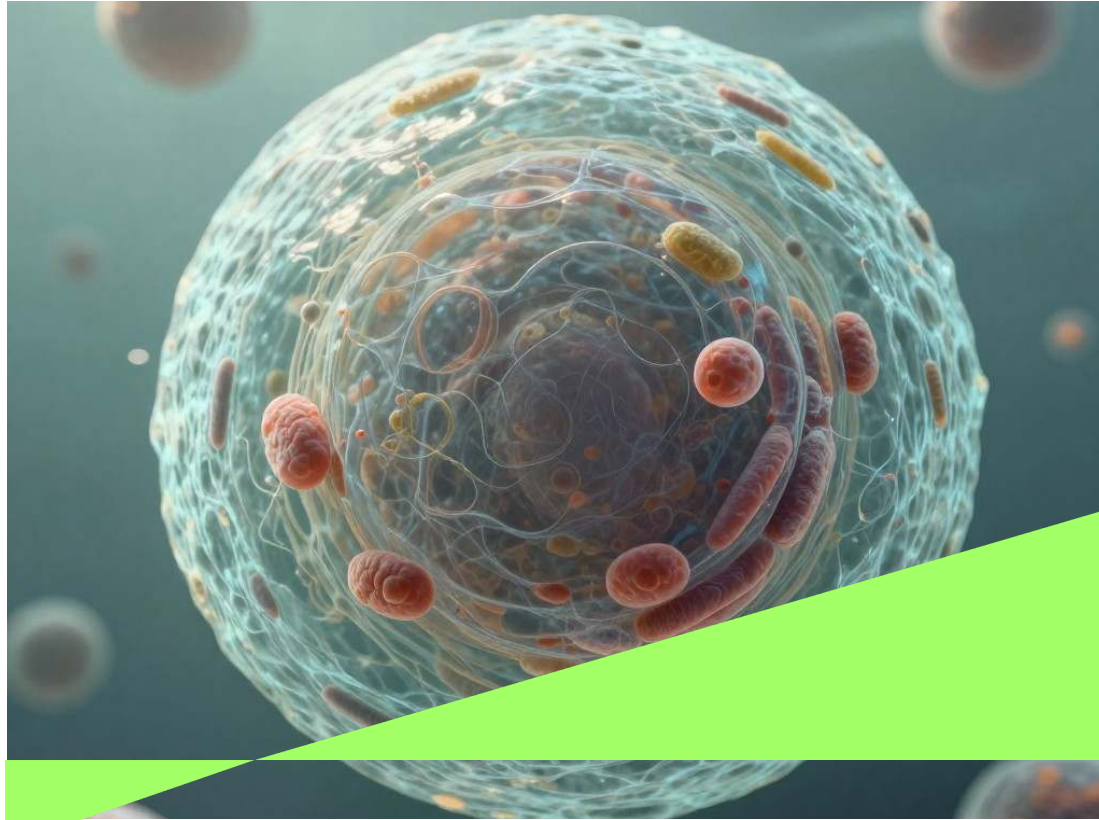
➤ Кислород накапливался постепенно, что позволило развитию аэробных организмов и усложнению жизни.

➤ Резкий рост кислорода связан с фотосинтезом, без которого эволюция сложных форм была невозможна.



Данные палеоботаники и геохимии, 2023

Эволюция эукариот и многоклеточных организмов протерозоя



Появление сложных клеток

Два миллиарда лет назад возникли эукариоты с ядром и внутренними мембранами, что повысило функциональную сложность клеток и открыло новые пути развития.



Первичные многоклеточные организмы

К концу протерозоя появились первые водоросли, медузы и губки, что заложило основу для разнообразия и специализации тканей и органов.



Подготовка к развитию животного мира

Рост многоклеточности и усложнение водных экосистем создали благоприятные условия для быстрого биологического разнообразия в следующей эпохе.

Крупные эры истории жизни и их продолжительность

Продолжительность основных геологических эр, отражающая масштаб эволюционных процессов.

Первые две эры занимают большую часть истории жизни, определяя фундамент биологических изменений.

Геохронологическая шкала, 2024

Эра	Продолжительность (млн лет)
Архейская	3500
Протерозойская	2000
Палеозойская	289
Мезозойская	186
Кайнозойская	66

Кембрийский взрыв: начало разнообразия жизни



Быстрый рост видов

С 541 миллиона лет назад внезапно появились множество новых видов животных, что называется Кембрийским взрывом, увеличив биологическое разнообразие океанов.



Появление трилобитов и моллюсков

Кембрий породил распространённые группы, такие как трилобиты и моллюски, играющие ключевую роль в морских экосистемах до сих пор.



Усложнение морских экосистем

Органы чувств и телесная структура стали более сложными, что способствовало появлению хищников и новых экологических ниш.

Появление первых позвоночных и переход на сушу



Появление бронированных рыб (около 500 млн лет назад)

Вода населилась первыми позвоночными — бронированными рыбами, обладавшими защитными костными пластинами.



Развитие конечностей (около 380 млн лет назад)

У некоторых рыб начали формироваться конечности с пальцами, что стало ключевым для выхода на сушу.



Переход к амфибиям (около 360 млн лет назад)

Появились первые амфибии, приспособленные для жизни как в воде, так и на суше, знаменуя начало освоения новых экологических ниш.

Освоение суши растениями и животными



Появление наземных растений

Около 470 миллионов лет назад появились первые сухопутные растения — мхи и псилофиты, которые способствовали формированию почвы и стабилизации ландшафта.



Появление паукообразных на суше

Следом вышли первые животные — паукообразные и скорпионы, способные жить в условиях без постоянной влаги и новых климатических факторов.



Адаптация к суше

Эти организмы развили защитные оболочки и дыхательные системы, что позволило им выживать и расселяться в новых окружающих средах.

Появление рептилий и семенных растений

01

Около 320 миллионов лет назад появились первые рептилии, которые отличались способностью к размножению вне водной среды благодаря появлению твердых яиц.

02

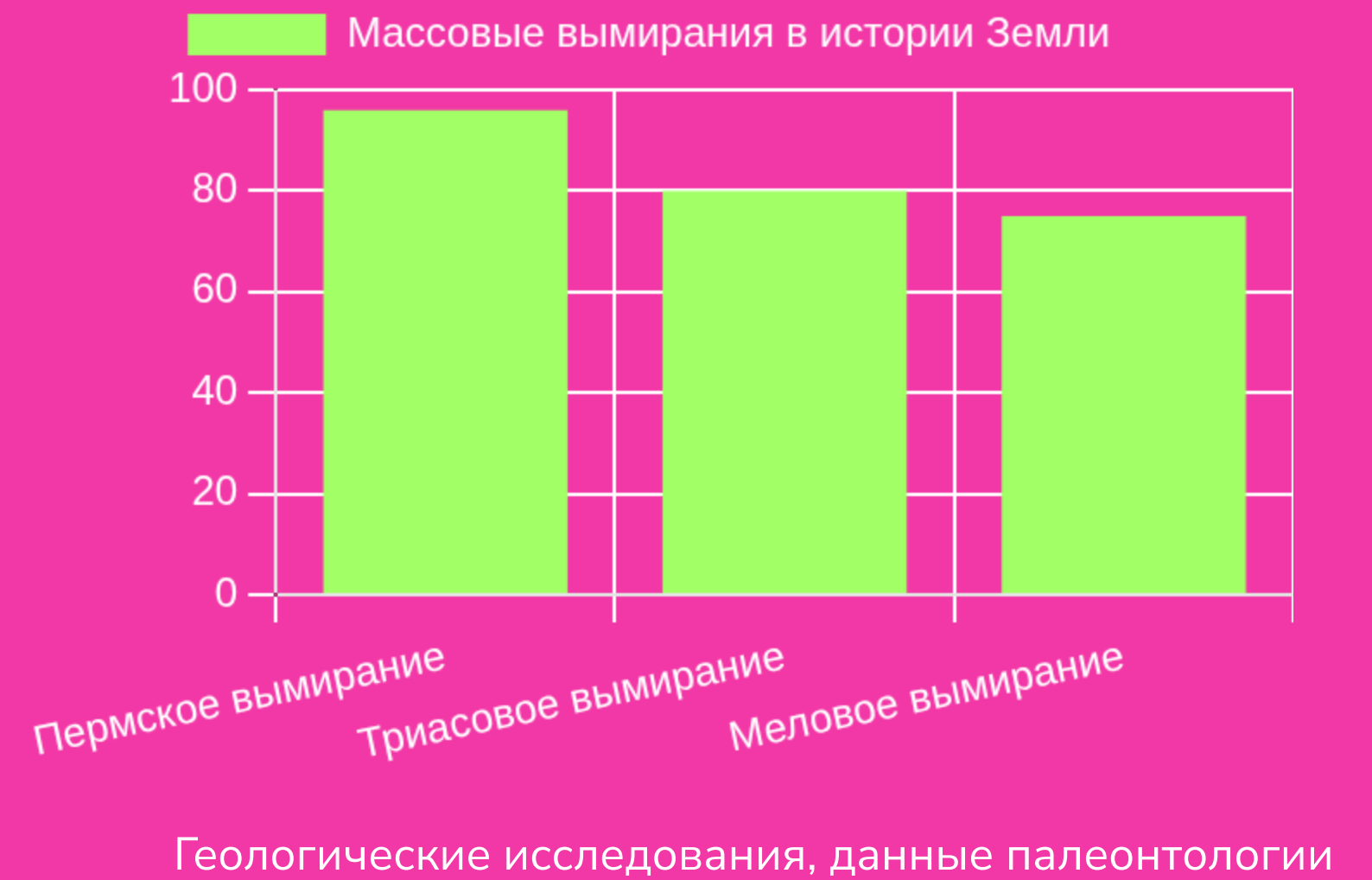
В то же время распространились голосеменные растения, включая древние хвойные, адаптированные к суше и меняющимся климатическим условиям, что обеспечило их широкое распространение.

03

Эти новшества позволили животным и растениям расширить ареалы обитания, выжить в условиях уменьшения влажности и сложных экосистем суши.

Массовые вымирания: крупнейшие катастрофы

- Каждое массовое вымирание сопровождалось значительным изменением экосистем и открывало путь для последующей эволюции новых групп организмов.
- Резкое сокращение видов в этих периодах вызвало перестройку биосферы и ускорило эволюционные процессы в оставшихся таксонах.



Динозавры: господствующие животные мезозоя



Век гигантских ящеров

Динозавры появились около 230 миллионов лет назад и почти 150 миллионов лет доминировали на суше. Они варьировались от небольших до огромных представителей длиной более 30 метров.



Разнообразие форм и стратегий питания

Среди динозавров были как травоядные, так и хищные виды. Эта группа животных развивала сложные экосистемы, занимая разные экологические ниши.



Исчезновение и наследие

В конце мезозоя все динозавры, кроме предков птиц, вымерли. Это открыло путь для развития млекопитающих и изменений в природных сообществах.

Первые млекопитающие: эволюционные особенности

01

Появились около 210 миллионов лет назад, характеризовались небольшими размерами и преимущественно насекомоядным образом жизни.

02

Вели ночной образ жизни, что помогало избежать конкуренции и хищников в эру динозавров.

03

Их успешное выживание после массового мелового вымирания послужило основой для последующего разнообразия группы.

04

С течением времени млекопитающие освоили различные среды обитания и приобрели сложные адаптации к жизни на суше и в воде.



Появление птиц: эволюция от динозавров

- Первые птицы, такие как археоптерикс, появились примерно 150 миллионов лет назад, исходя от пернатых тероподных динозавров. Их перья изначально служили для терморегуляции.
- С течением времени пернатые усовершенствовали крылья, что позволило развить планирование и полёт, открыв новую экологическую нишу в воздухе.

Кайнозойская эра: рассвет и разнообразие млекопитающих



Эволюционные новшества по основным эрам

Эра	Основные новшества
Архей	Появление прокариот
Протерозой	Эукариоты, первые многоклеточные
Палеозой	Позвоночные, наземные растения
Мезозой	Господство динозавров, птицы
Кайнозой	Млекопитающие, человек



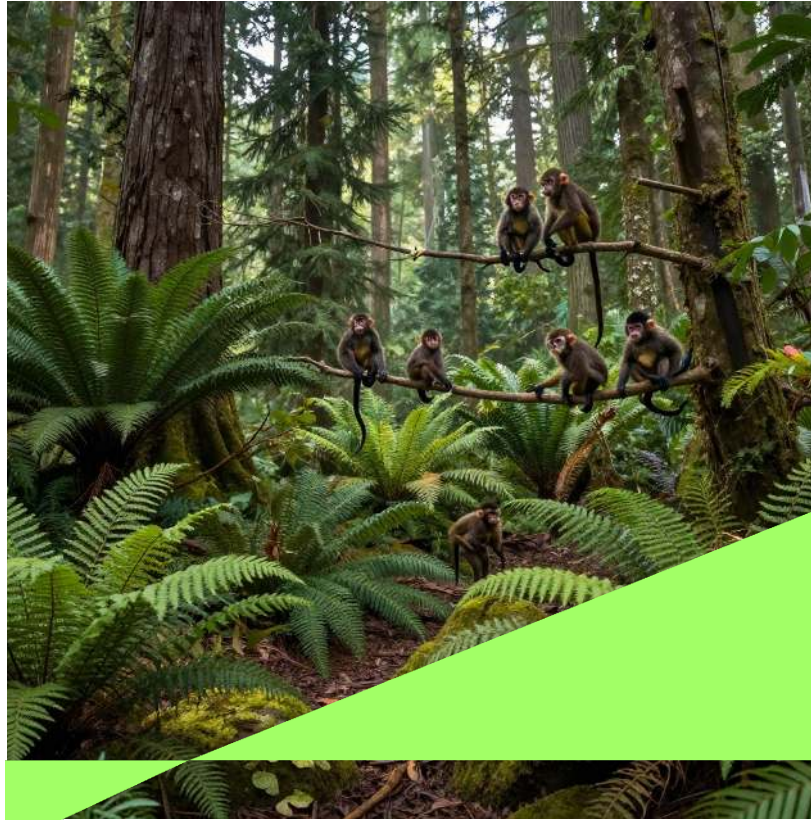
Краткое сравнение ключевых событий в развитии жизни на Земле по геологическим эрам.



Каждая эра характеризуется появлением ключевых форм жизни и адаптаций, отражающих изменения среды и эволюционные прорывы.

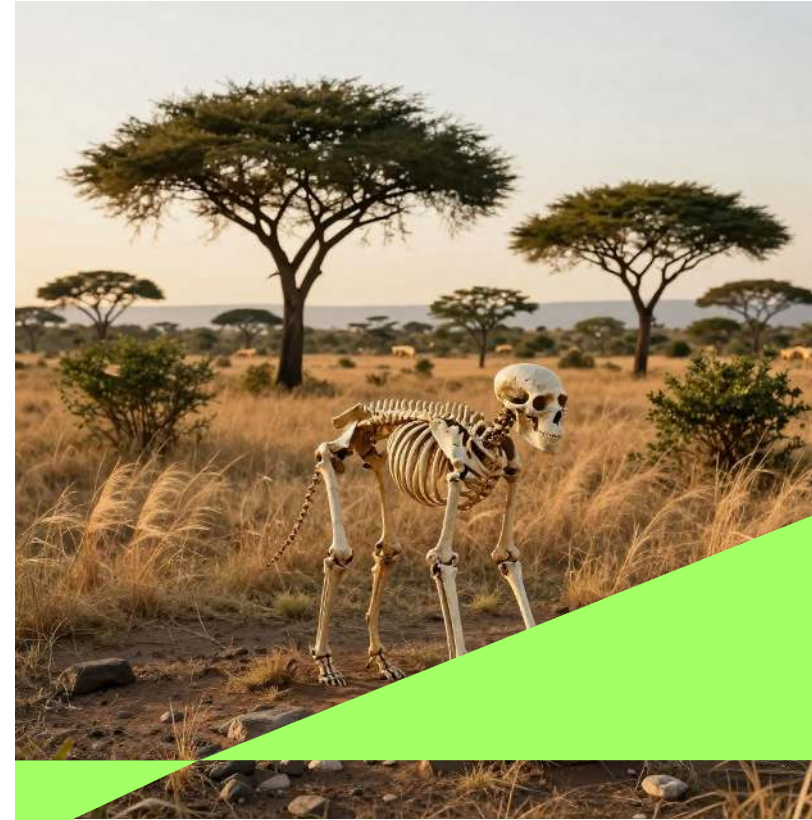
Геохронологическая шкала, учебники биологии и геологии

Происхождение человека: от приматов к Homo sapiens



Появление первых приматов

Около 55 миллионов лет назад на Земле появились первые приматы, отличающиеся гибкостью конечностей и развитым зрением, что заложило основу для дальнейшей эволюции.



Австралопитеки — первые люди

4 миллиона лет назад в Африке возникли австралопитеки, первые человекообразные с прямохождением, являвшиеся переходной формой между обезьянами и человеком.



Род Homo и Homo habilis

2,5 миллиона лет назад появился Homo habilis, отличающийся использованием примитивных орудий труда, что свидетельствовало о развитии интеллекта и культуры.



Современный человек

Homo sapiens существует около 300 тысяч лет и распространился по всему земному шару, развив сложные языки, культуру и технологии.

Влияние жизни на планету: биосфера и человек



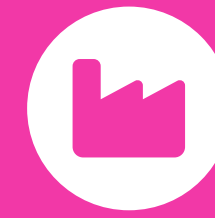
Роль растений

Растения сформировали почву и обеспечили постоянный кислородный баланс, что позволило развиваться разнообразным животным и экосистемам.



Циклы веществ

Животные активно участвуют в круговороте веществ, поддерживая устойчивость биосферы и разнообразие организмов.



Влияние человека

Деятельность человека вызывает сокращение биоразнообразия, загрязнение окружающей среды и изменение климата, что требует ответственного подхода.

Значимость изучения ЭВОЛЮЦИИ ЖИЗНИ

Изучение этапов развития жизни помогает понять взаимосвязи природы, оценить роль человека и создавать стратегии для сохранения биосферы и устойчивого развития Земли.