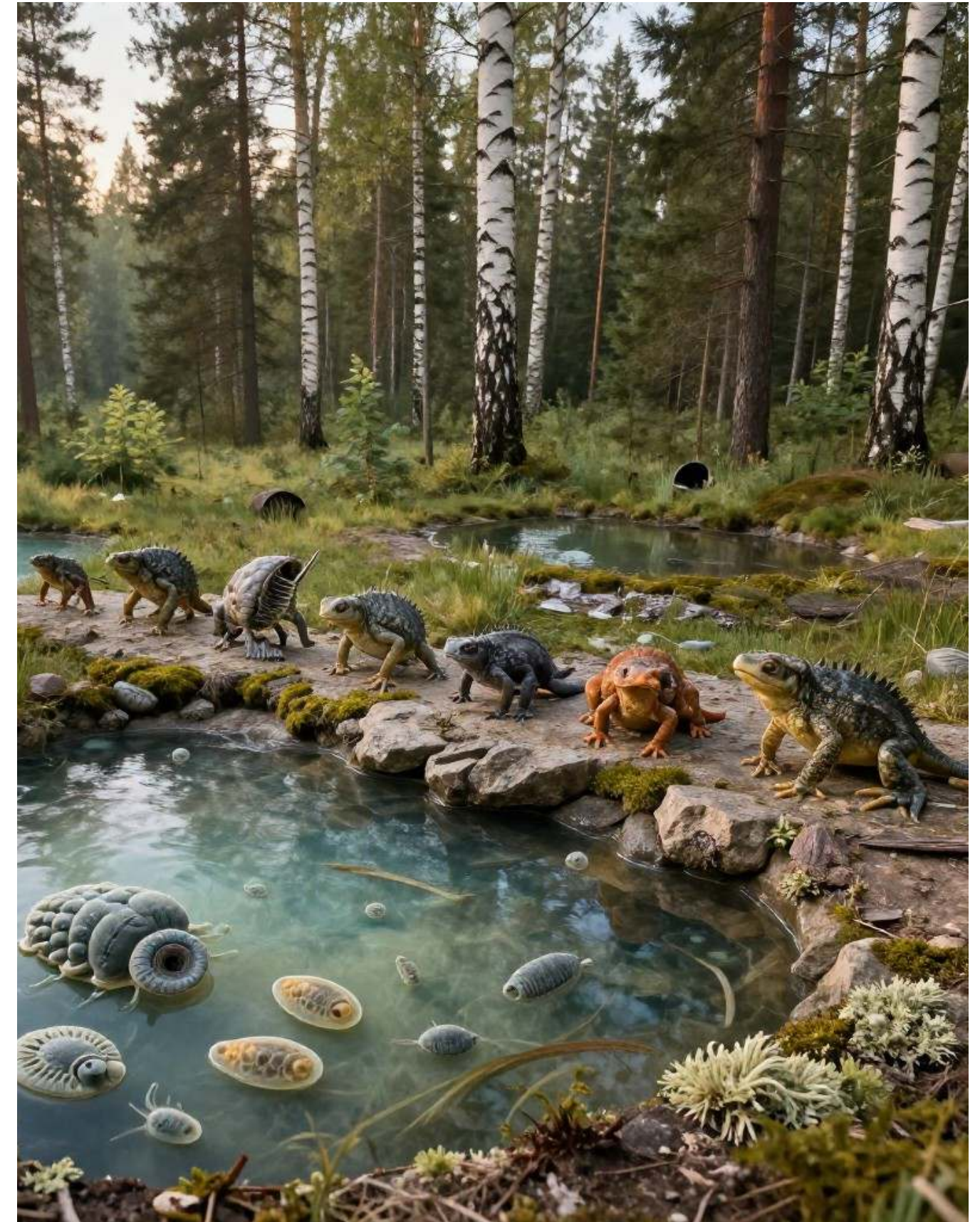


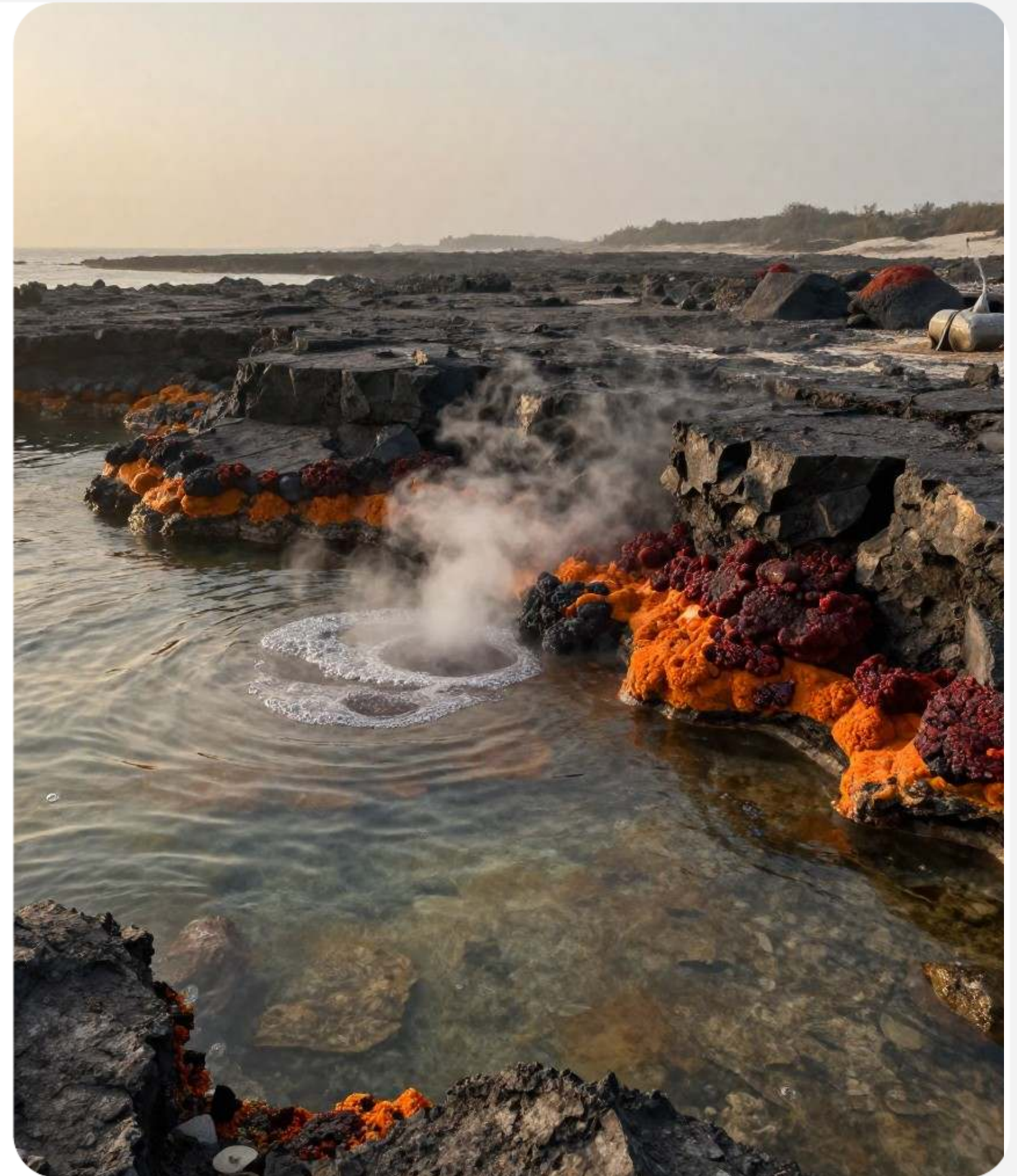
# Краткий обзор основных этапов развития жизни на Земле

Жизнь на Земле прошла сложные стадии от простейших организмов до человека.



# Геологические и химические основы возникновения жизни

Земля образовалась 4,54 млрд лет назад, после охлаждения появились океаны и условия для синтеза органических молекул. Восстановительная атмосфера содействовала зарождению первых живых организмов, что подтверждают современные молекулярные исследования.



# Появление одноклеточных: первые прокариоты и биофильмы



## Археи и бактерии — ранние обитатели океанов

Около 3,8 млрд лет назад на Земле появились первые одноклеточные прокариоты — археи и бактерии, которыми была освоена морская среда. Их жизнедеятельность создаёт основу биогеохимических циклов.



## Строматолиты — следы древней жизни

Строматолиты представляют собой осадочные структуры, созданные колониями микробов, доказывающие существование фотосинтеза и хемосинтеза в глубокой древности.



## Ключевая роль прокариот в биогеохимии

Разнообразие прокариот обеспечивало переработку веществ, поддерживало круговорот азота и углерода, подготавливая среду для последующих эволюционных переходов.

**2,4 млрд лет назад**  
этот период отмечен значительным  
увеличением кислорода,  
вызвавшим массовое вымирание  
анаэробов

Палеобиологические исследования, NASA

Развитие фотосинтезирующих  
цианобактерий резко повысило уровень  
кислорода, что изменило атмосферу и  
открыло путь развитию аэробных  
организмов.

# Появление эукариот с органеллами

● **~2,1–2 млрд лет назад**

Возникновение ядерных клеток, отличающихся от прокариот наличием ядра и мембранных органелл.

● **Появление хлоропластов**

У некоторых эукариот произошло симбиотическое захватывание фотосинтезирующих бактерий, что дало начало растениям.

● **Эндосимбиоз митохондрий**

Поглощение древних бактерий, ставших митохондриями, обеспечило клетки энергией.

● **Начало многоклеточности**

Усложнение структур позволило образовываться многоклеточным организмам с дифференциацией функций.

# Динамика биоразнообразия на протяжении геологических эпох

Периоды резких увеличений и спадов видов связаны с геологическими событиями и изменениями климата.

Количество видов неравномерно менялось, отражая эволюционные кризисы и всплески разнообразия.



# Кембрийский взрыв: бурный рост многообразия животных

1

В период около 530 млн лет назад произошёл быстрый рост числа разнообразных животных форм. Появились представители всех современных основных типов, что сформировало основу современной фауны.

2

Появление жестких скелетов улучшило сохранность останков, позволяя лучше изучить древние экосистемы и понять эволюционные процессы.



# Заселение суши растениями: от мхов к папоротникам

1

Первое массовое появление наземных растений произошло около 470 млн лет назад с мхов и риниофитов, которые начали изменять атмосферный состав.

2

Увеличение кислорода в атмосфере способствовало формированию почв и условий для новых экосистем на суше.

3

Развитие корней и тканей укрепило растения на суше и подготовило основу для дальнейшей эволюции животных.



# **Эволюция позвоночных: от рыб к первым амфибиям**

## **Ранние позвоночные — бесчелюстные и челюстные рыбы**

Первичные позвоночные появились около 520 млн лет назад. Развитие челюстных рыб повысило разнообразие и эволюционную конкуренцию.

## **Переход к наземному образу жизни с появлением амфибий**

Около 360 млн лет назад первые амфибии вышли на сушу, освоив новые экологические ниши и дав начало наземным позвоночным.

# Освоение суши животными: рептилии и развитие амниотических яиц

1

Появление первых рептилий около 320 млн лет назад ознаменовалось кожистыми яйцами, устойчивыми к высыханию.

2

Амниотические яйца обеспечивали защиту зародыша, что позволило откладывать их в условиях суши без необходимости возвращаться к воде.

3

Эта адаптация способствовала значительному расширению ареала рептилий и консолидировала их на суше.

4

Рептилии стали предками динозавров и млекопитающих, заложив основу для дальнейшей эволюции позвоночных.

# Массовые вымирания: основные этапы и последствия

Пять крупнейших массовых вымираний привели к потере значительной части видов на планете. Они сопровождались глобальными изменениями климата, вулканической активностью и падениями метеоритов, что создавало условия для нового этапа эволюции.

Массовые вымирания, хоть и сокращали биоразнообразие, создавали новые экологические ниши, стимулируя эволюционный расцвет новых групп организмов.

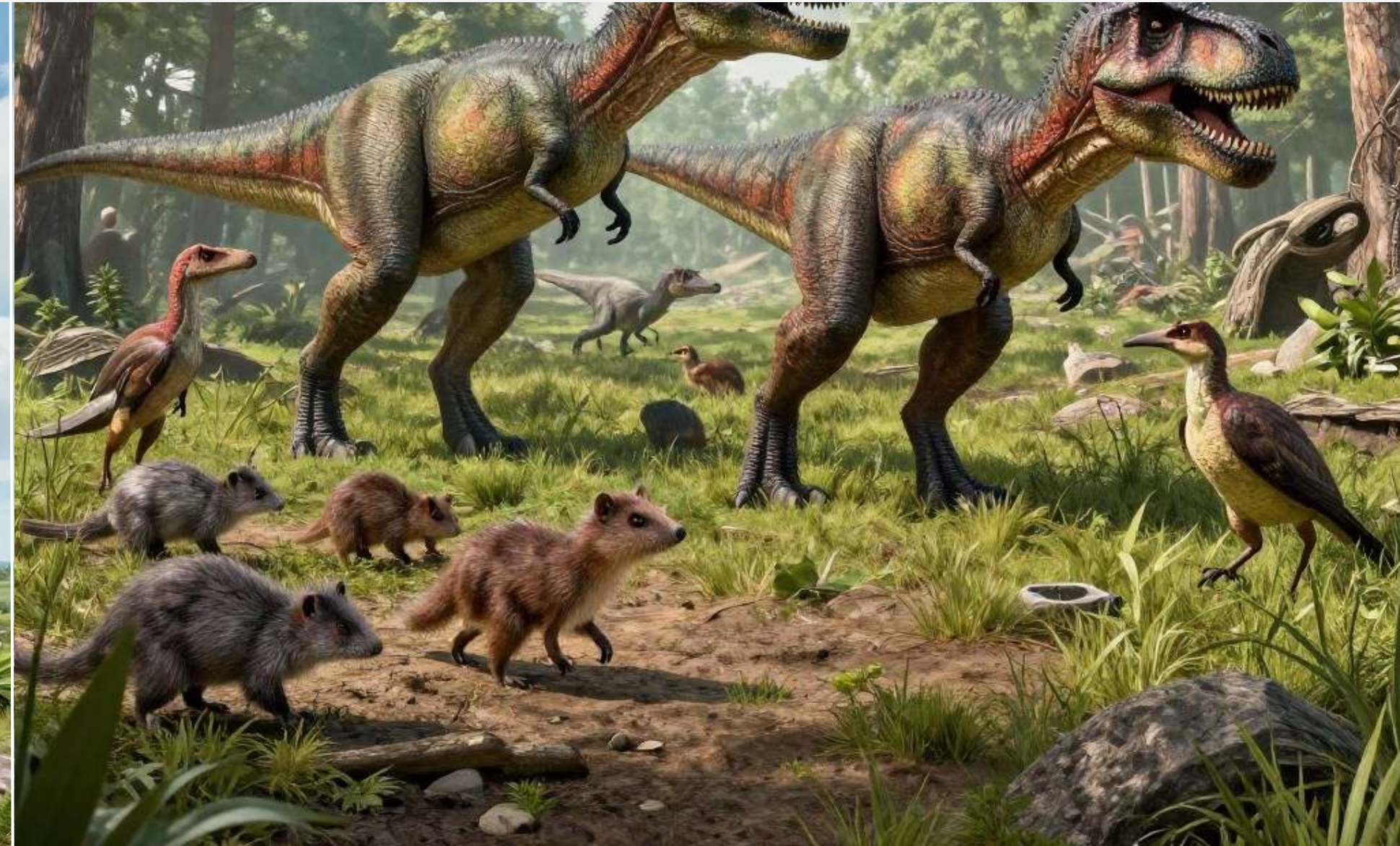
| Массовое вымирание     | Время (млн лет назад) | Потеря видов (%) | Основные причины                            |
|------------------------|-----------------------|------------------|---------------------------------------------|
| Ордовикско-силурийское | 443                   | До 85            | Климатическое похолодание, ледниковые циклы |
| Девонское              | 372                   | До 75            | Глобальное окисление, морские аноксии       |
| Пермское               | 252                   | До 96            | Вулканизм, изменение климата                |
| Триасовое              | 201                   | До 80            | Вулканическая активность, изменение среды   |
| Мел-палеогеновое       | 66                    | 75               | Падение метеорита, вулканизм                |

# Господство динозавров и появление первых млекопитающих



## Эпоха доминирования динозавров

В течение мезозоя динозавры были главными обитателями суши, успешно занимая разнообразные экологические ниши. Их адаптивные особенности сделали их доминирующей группой более 165 миллионов лет.



## Ранние млекопитающие и птицы

Параллельно с динозаврами появились первые примитивные млекопитающие. В меловом периоде возникли птицы, эволюционировавшие из тероподных динозавров, что создало основу для современных пернатых.

# Возникновение и эволюция покрытосеменных (цветковых) растений

1

Покрытосеменные возникли около 140 млн лет назад, обладали сложными цветками и закрытыми семенами, что обеспечило эффективное размножение и защиту плодов.

2

Быстрое распространение цветковых способствовало разнообразию насекомых-опылителей, что усилило взаимозависимость и эволюционное развитие обеих групп.

3

Цветковые растения сформировали основу современных наземных экосистем, обеспечив новые биологические и экологические взаимодействия.

# Взлёт млекопитающих после вымирания динозавров

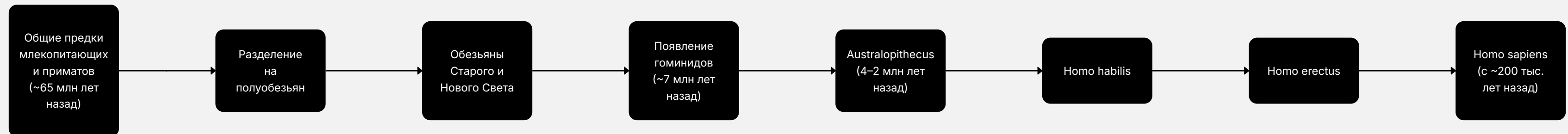
После массового исчезновения динозавров млекопитающие заняли освободившиеся экологические ниши, развиваясь в разнообразные группы, включая приматов, хищных и копытных.

Обособились древесные, наземные и водные формы млекопитающих, увеличилась сложность мозга и появилось социальное поведение, что ускорило адаптацию и эволюцию.



# Эволюция приматов и формирование рода Homo

Основные этапы эволюции приматов и гоминидов согласно палеоантропологическим данным



# Возникновение рода Homo: ключевые этапы

1

Homo habilis, появившись около 2,5 млн лет назад, характеризовался использованием первых орудий и уменьшением размеров зубов, что отражает прогресс в питании и когнитивных способностях.

2

Homo erectus (1,8 млн–200 тыс. лет назад) освоил огонь, расширил территории миграций за пределы Африки и применял коллективные охотничьи стратегии, что существенно повысило шансы на выживание.



# Неандертальцы и Homo sapiens: сходства и различия

Неандертальцы обладали крепким телосложением и мускулистостью, адаптировались к холодному климату и изготавливали сложные орудия для охоты и быта.

Homo sapiens отличались высоким лбом, тонкими костями и развитым мозгом, что способствовало прогрессивному мышлению, речи и творчеству.

Генетические исследования показывают, что около 40–50 тыс. лет назад происходило скрещивание Homo sapiens с неандертальцами, оставившее следы в геноме современных людей.

Неандертальцы имели ритуалы и погребения, что свидетельствует о развитии социальной культуры и самосознания.

# Культурная и технологическая революция в истории человечества



## Переход к земледелию и скотоводству

Около 10 тыс. лет назад человек начал осваивать земледелие и одомашнивать животных. Эти изменения привели к формированию постоянных поселений и развитию сложных социальных структур.



## Появление первых городов и письменности

Становление первых городских центров сопровождалось изобретением систем письма и алфавитов, что значительно упростило передачу знаний и организацию общества.



## Развитие ремёсел и торговли

Расширение ремесленных навыков и торговли усилило культурное разнообразие и экономическое взаимодействие между древними сообществами, ускоряя прогресс цивилизации.

# Современное биоразнообразие и его значение для устойчивости биосферы

Биоразнообразие обеспечивает поддержание экосистем и выполняет жизненно важные функции, включая опыление, очистку воды и обеспечение продовольственной безопасности.

Интенсивный рост населения, промышленное развитие и изменение климата приводят к значительному сокращению численности и разнообразия видов на Земле.

Современный кризис вымирания угрожает долгосрочной устойчивости биосферы и требует срочного принятия мер по сохранению природных экосистем.

# Заключение и перспективы будущего жизни на Земле

Развитие жизни на Земле — результат сложного взаимодействия биологических и природных факторов. Современный человек несёт ответственность за сохранение биоразнообразия и устойчивость экосистем ради будущих поколений.

