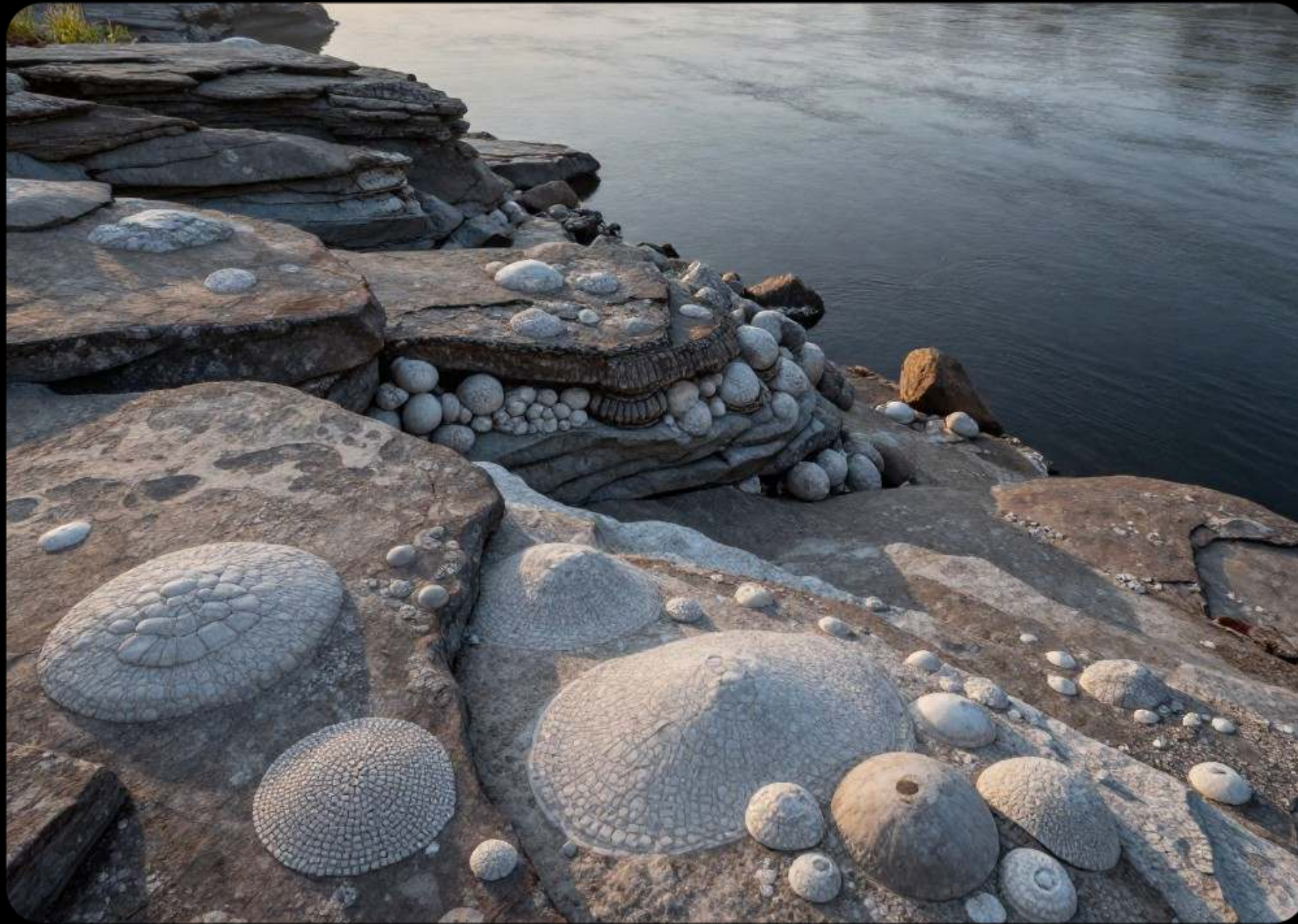




Эволюция органического мира: + от первых форм жизни к современному биоразнообразию

Как жизнь возникла, усложнилась и изменила
Землю на протяжении миллиардов лет

Жизнь как единая история изменений



Эволюция органического мира — это последовательная смена организмов и экосистем, которую помогают реконструировать палеонтология, анатомия, эмбриология, генетика и молекулярная биология. История жизни тесно связана с атмосферой, океанами, климатом и движением плит.

Условия ранней Земли и предпосылки химической эволюции

Горячая и нестабильная планета

- Ранняя Земля переживала активный вулканизм, частые падения метеоритов и сильное ультрафиолетовое излучение, потому что свободного кислорода в атмосфере почти не было.

Состав первичной атмосферы

- В атмосфере преобладали углекислый газ, азот и водяной пар; присутствовали также метан, аммиак и водород, создавая условия для химических превращений.

Образование органических молекул

- В таких условиях могли возникать простые органические соединения, которые накапливались в океане и мелководных водоёмах, где реакции шли особенно активно.

Океан как лаборатория жизни

- Древние океаны стали средой, в которой вещества длительно взаимодействовали, усложнялись и подготавливали переход от химической эволюции к первым живым системам.



Основные этапы развития жизни в геологическом времени



Геологическая шкала показывает, что ключевые биологические новшества появлялись неравномерно и часто совпадали с резкими изменениями среды.

Эволюция шла скачками: длительные периоды накопления изменений сменялись этапами быстрого усложнения и перестройки биосферы.

Учебная геохронологическая шкала Земли и истории жизни; значения округлены

Как объясняют происхождение жизни



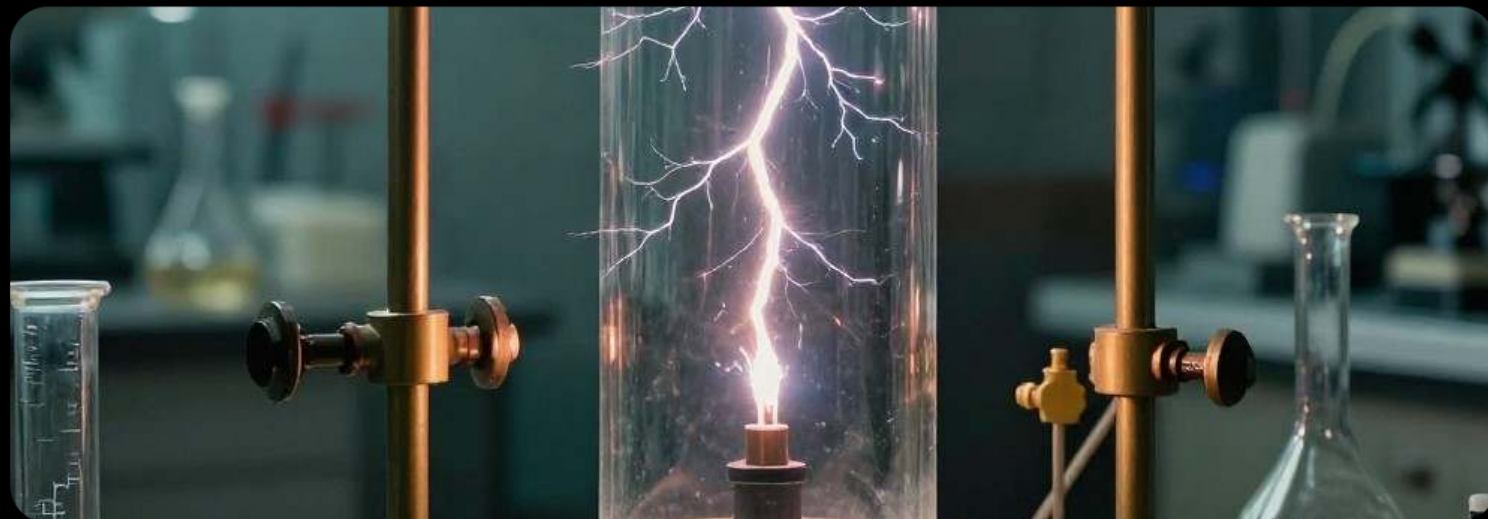
Коацерваты Опарина

А. И. Опарин связывал возникновение жизни с коацерватами — капельными структурами из органических веществ. Они могли избирательно обмениваться с окружающей средой и создавать условия для дальнейшего усложнения химических систем, похожих на прообраз клетки.



Идея первичного бульона

Представление о первичном бульоне объясняет накопление органических молекул в древнем океане. На иллюстрации это можно показать как тёплую водную среду, где соединения постепенно концентрируются, взаимодействуют и образуют более сложные комплексы.



Опыт Миллера—Юри

В 1953 году Миллер и Юри пропускали электрические разряды через смесь метана, аммиака, водорода и водяного пара. В результате образовались аминокислоты — важный аргумент в пользу возможности абиогенного синтеза органических веществ.

Прокариоты и эукариоты: сравнение уровней организации клетки

Признак	Прокариоты	Эукариоты
Ядро	нет	есть
ДНК	кольцевая	линейная
Органоиды	нет	есть

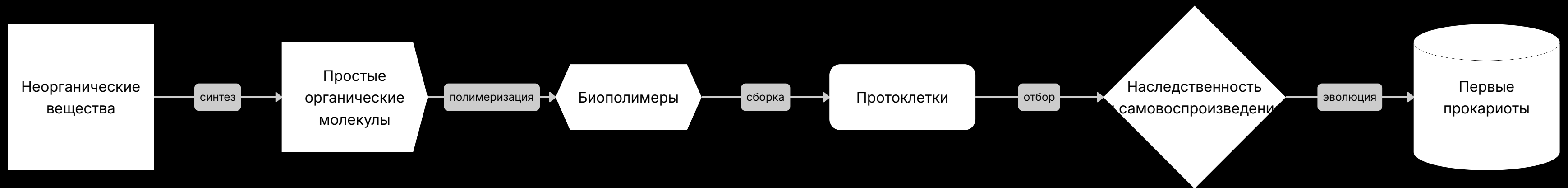
Сравнение помогает увидеть, какие признаки сделали клетку более сложной и открыли путь к специализации.

Появление ядра и мембранных органоидов резко увеличило функциональные возможности клетки и стало основой многоклеточности.

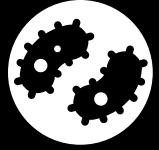
Сравнительная клеточная биология, школьный курс

Переход от химической эволюции к первым клеточным формам

Схема отражает последовательное усложнение систем от неживой материи к самовоспроизводящимся клеткам.



Первые организмы и мир прокариот



Анаэробный образ жизни

Первые организмы были микроскопическими одноклеточными формами и существовали без свободного кислорода, опираясь на брожение и другие бескислородные пути обмена веществ.



Разные среды обитания

Прокариоты быстро освоили воду, почву, горячие источники и симбиотические связи, потому что их строение позволяло выживать в очень разных условиях.



Цианобактерии и фотосинтез

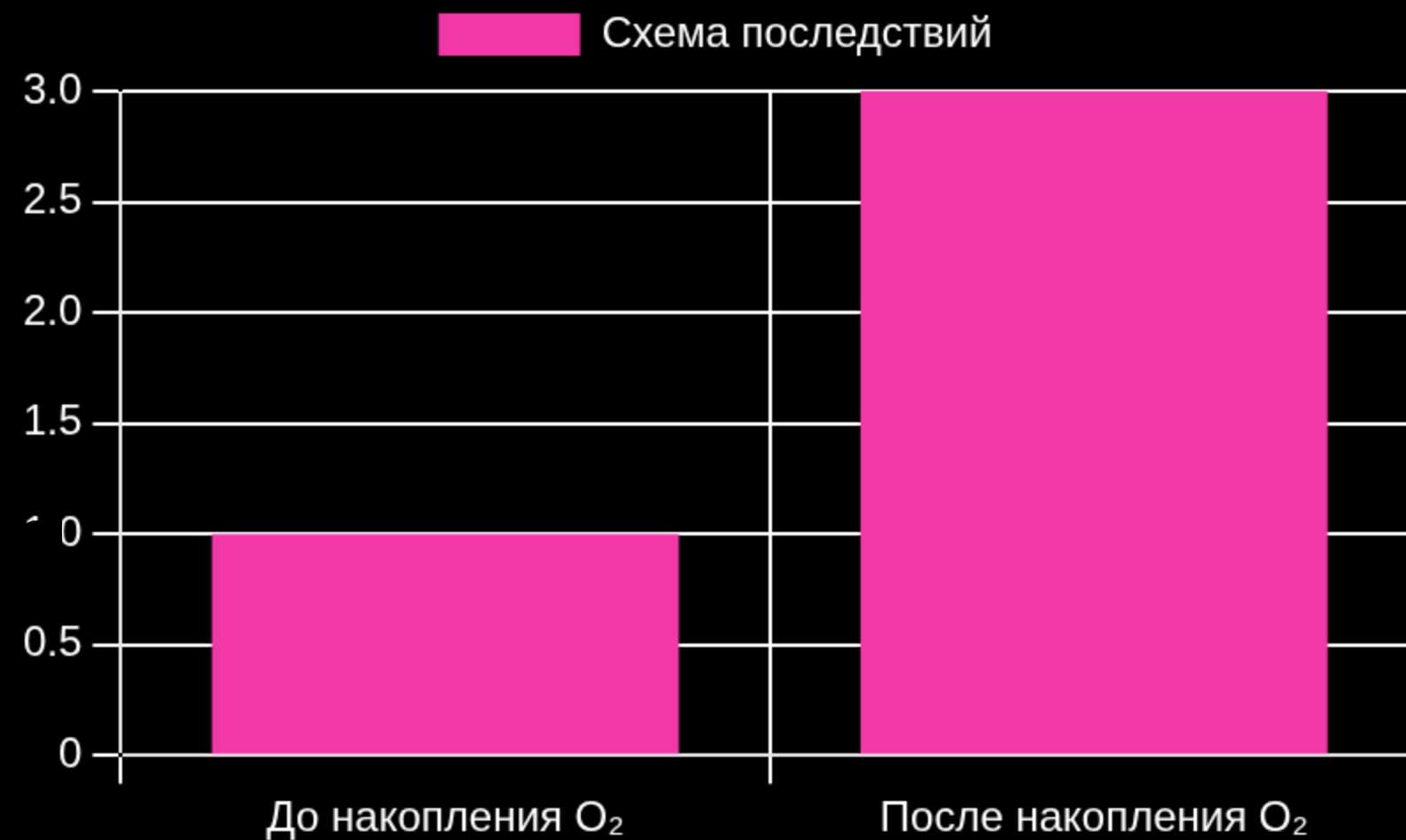
Цианобактерии стали важнейшими фотосинтезирующими организмами древности и подготовили глобальные изменения атмосферы, связанные с накоплением кислорода.



Строматолиты

Строматолиты — это древние слоистые образования, созданные микробными сообществами. Они служат одним из самых надёжных ископаемых свидетельств ранней жизни на Земле.

Кислородная революция и ее биологические последствия



- Рост кислорода не только изменил состав атмосферы, но и резко перестроил условия жизни, отсеяв одни формы и поддержав другие.
- Кислородная революция стала переломным этапом: она усилила отбор, открыла аэробное дыхание и защитила поверхность Земли от ультрафиолета.

Схематическое представление по материалам школьного курса; точные количественные данные не приводятся

Возникновение эукариот и эндосимбиотическая теория

01.

Появление эукариот

Первые эукариоты возникли примерно 1,8–1,6 млрд лет назад. Их появление стало крупным шагом вперёд по сравнению с более простыми прокариотическими клетками.

02.

Суть эндосимбиоза

Эндосимбиотическая теория объясняет происхождение митохондрий и хлоропластов как результат древнего союза крупной клетки с бактериями, которые стали постоянными внутриклеточными партнёрами.

03.

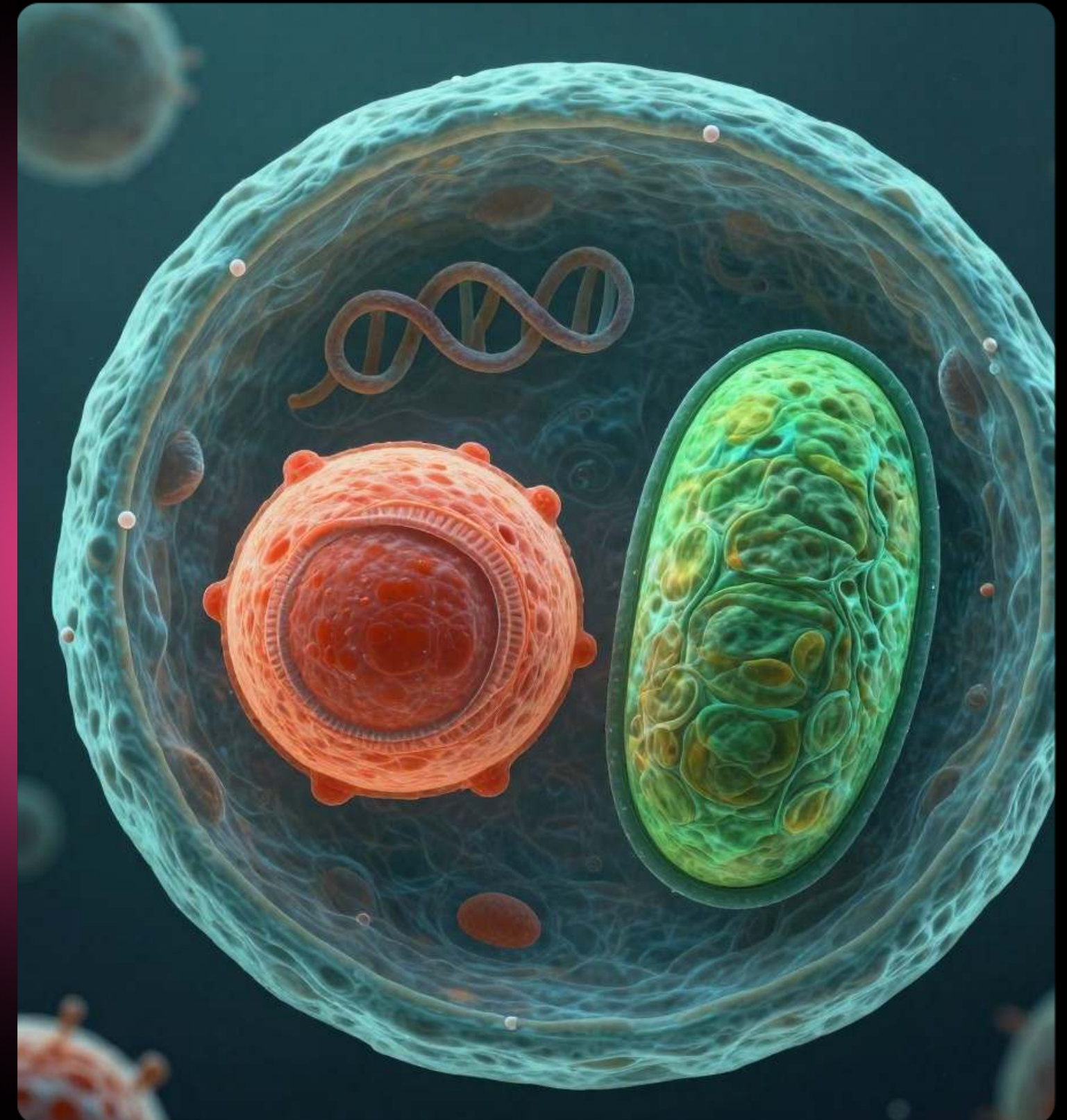
Почему теория убедительна

О происхождении органоидов напоминают собственная ДНК, двойная мембрана, особенности рибосом и способ деления, похожий на бактериальный.

04.

Значение для эволюции

Эукариотическая клетка открыла путь к более сложному обмену веществ, разделению функций и, в дальнейшем, к возникновению многоклеточных организмов.



Многоклеточность и разделение функций



Независимое происхождение

Многоклеточность возникала неоднократно у разных групп организмов — у растений, животных, грибов и водорослей. Это показывает, что такой путь эволюции был выгоден в различных средах и при разных условиях.



Дифференциация клеток

С переходом к многоклеточности клетки начали специализироваться: одни обеспечивали питание, другие — защиту, движение или размножение. Специализация повышала эффективность работы всего организма и снижала зависимость отдельных клеток.



Ткани и органы

Объединение клеток в ткани, а тканей в органы позволило организму выполнять более сложные функции. Появились системы органов, в которых каждый элемент вносил свой вклад в поддержание жизни.



Преимущества усложнения

Крупные многоклеточные формы лучше защищены от внешних воздействий и могут осваивать новые способы питания и передвижения. Многоклеточность стала важным шагом к появлению высокоорганизованных живых систем.

Кембрийский взрыв и резкое увеличение разнообразия ЖИВОТНЫХ



На временной шкале хорошо видно, что до кембрия животный мир развивался

- сравнительно медленно, а затем за короткий интервал возникло множество новых форм и признаков.

Кембрийский период стал точкой резкого ускорения эволюции: усложнение организмов

- сопровождалось ростом разнообразия, появлением скелетов и новых экологических связей.

Учебная хронология геологической истории Земли; даты в млрд и млн лет назад

Освоение суши растениями и животными

- Переход на сушу потребовал от организмов новых приспособлений к дыханию, опоре, защите от высыхания и размножению вне водной среды.
- Освоение суши шло через появление защитных и транспортных структур, а также механизмов экономии воды; это открыло путь к новым экосистемам и связям между организмами.

Обобщение школьного курса биологии

Группа	Примеры	Приспособления
Растения	псилофиты, папоротники	кутикула, устьица
Растения	голосеменные, покрытосеменные	корни, проводящие ткани
Животные	членистоногие, земноводные	лёгкие, покровы, конечности

Эра динозавров и господство пресмыкающихся в мезозое

Ранний мезозой

После пермского вымирания пресмыкающиеся быстро заняли освободившиеся экологические ниши. Их разнообразие росло, а адаптации к жизни на суше, в воде и в воздухе становились всё более специализированными.

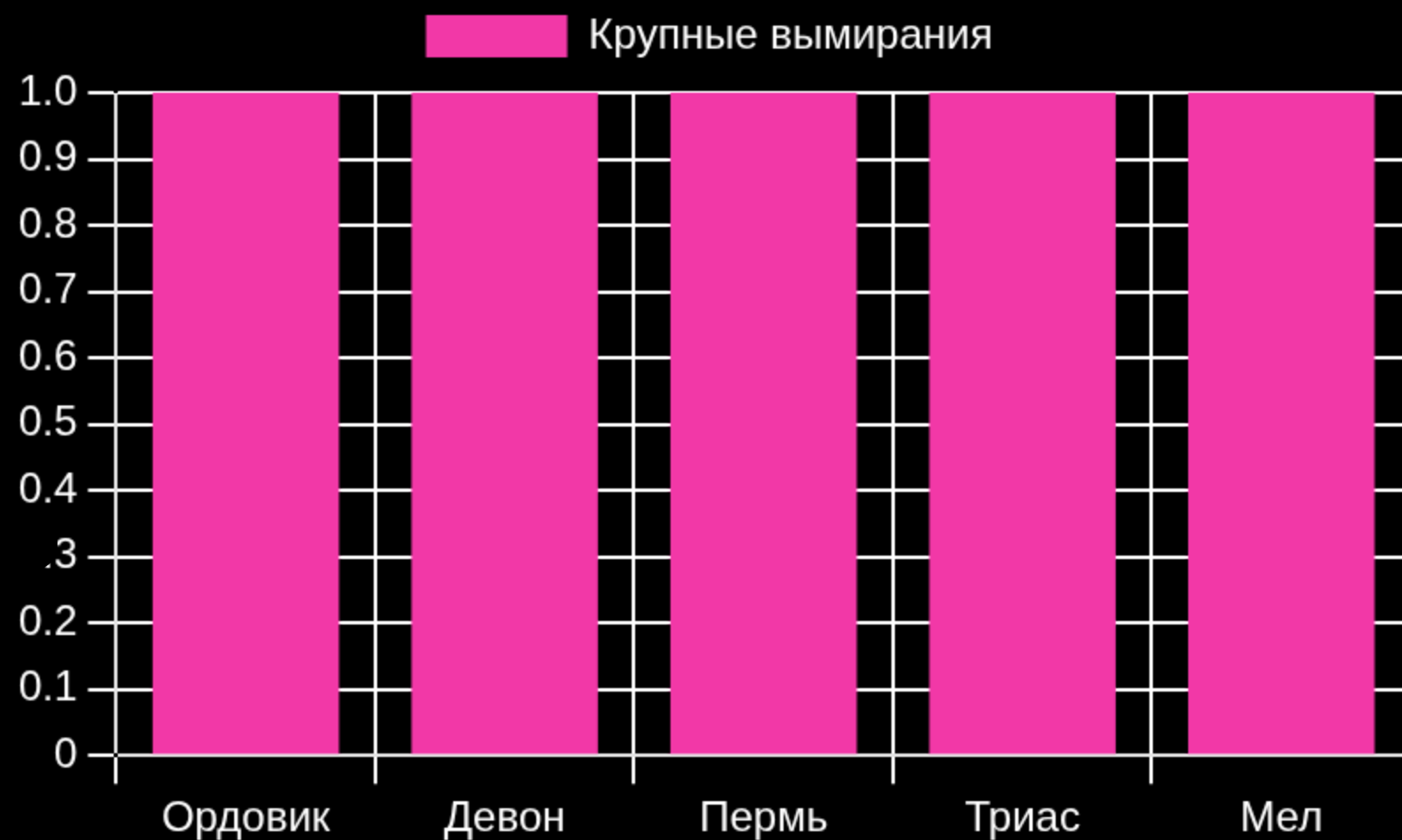
Конец мела

Границу мезозоя завершило массовое вымирание, после которого нептичьи динозавры исчезли. Освободившиеся ниши стали основой для последующего расцвета млекопитающих и птиц.

Период господства

Динозавры доминировали около 160 миллионов лет, занимая разные трофические уровни. В это же время появились первые птицы и мелкие млекопитающие, но их роль долго оставалась второстепенной.

Массовые вымирания как рубежи эволюции



- Каждое крупное вымирание не только сокращало число видов, но и меняло направление дальнейшей эволюции, освобождая пространство для новых групп.
-

Массовые вымирания выступают «переломными моментами» истории жизни:

- они обнуляют часть биоразнообразия и создают условия для последующей эволюционной радиации.

Геологическая шкала и общепринятая палеонтологическая периодизация

Появление млекопитающих и их эволюционный успех

Новые признаки

- Млекопитающие приобрели теплокровность, волосяной покров, дифференцированные зубы и более совершенную заботу о потомстве. Эти признаки повысили выживаемость в разных климатических условиях и расширили возможности освоения среды.

После вымирания

- Когда исчезли нептичьи динозавры, многие экологические ниши оказались свободными. Млекопитающие быстро увеличили разнообразие форм, размеров и способов питания, став одной из ведущих групп позвоночных.

Успех приматов

- Приматы особенно успешно развивались благодаря хватательным конечностям, бинокулярному зрению и сложному поведению. Эти качества облегчали передвижение, добывание пищи и обучение в изменчивой среде.

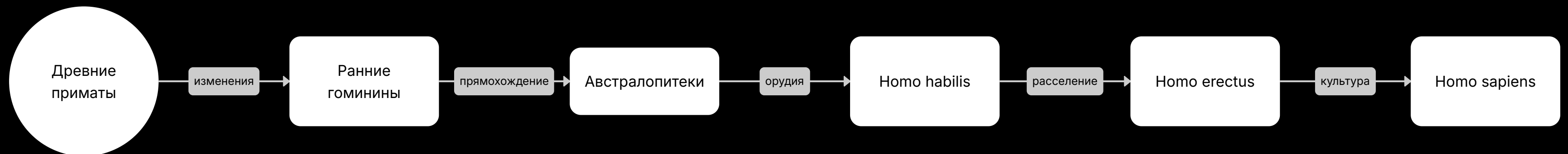
Путь к человеку

- У млекопитающих усилились забота о потомстве и развитие нервной системы, что создало основу для высокой обучаемости. Именно на этой базе позднее возникла линия приматов, ведущая к человеку.



От древних приматов к Homo sapiens

Схема отражает последовательность основных этапов эволюции гоминин и ключевые признаки, закреплявшиеся на каждом из них.



Доказательства эволюции органического мира



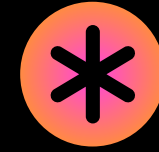
Молекулярное сходство

Сравнение ДНК и белков показывает: чем ближе родство организмов, тем больше совпадений в последовательностях. Это один из самых точных современных аргументов в пользу общего происхождения.



Гомологичные органы

Органы разного назначения могут иметь общий план строения, если они возникли от одного предка. Такое сходство особенно хорошо видно на примере конечностей позвоночных.



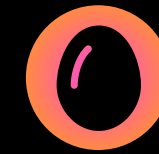
Рудименты и атавизмы

Рудименты сохраняются как уменьшенные структуры, утратившие прежнюю функцию, а атавизмы проявляют признаки далёких предков. Оба явления указывают на историческую преемственность организмов.



Переходные формы

Ископаемые находки, такие как археоптерикс и древние позвоночные, демонстрируют сочетание признаков разных групп. Они подтверждают, что крупные эволюционные изменения происходили постепенно.



Эмбриологические параллели

Сходство ранних стадий развития у родственных животных свидетельствует о близости их происхождения. Эмбриология дополняет данные палеонтологии и молекулярной биологии, создавая целостную картину эволюции.

Факторы эволюции и результаты их действия

Фактор	Роль	Результат
Изменчивость	разнообразие	сырьё отбора
Отбор	закрепление	адаптации
Изоляция	разобшение	видообразование
Дрейф генов	случайность	изменение частот

Разные факторы эволюции действуют совместно: одни создают наследственное разнообразие, другие закрепляют полезные признаки и направляют расхождение популяций.

Эволюция не движется к заранее заданной цели: её направление определяется сочетанием случайных изменений, отбора и условий среды, а итогом становятся новые виды и адаптации.

Обобщение школьного курса эволюционной биологии

Живая история Земли



Эволюция органического мира — это непрерывная смена форм жизни, от древних прокариот до человека. Её ход определяли изменения среды, отбор и редкие, но решающие кризисы биосферы.