

**Развитие
органического
мира:
от первых
клеток
до современног
о
биоразнообрази
я**

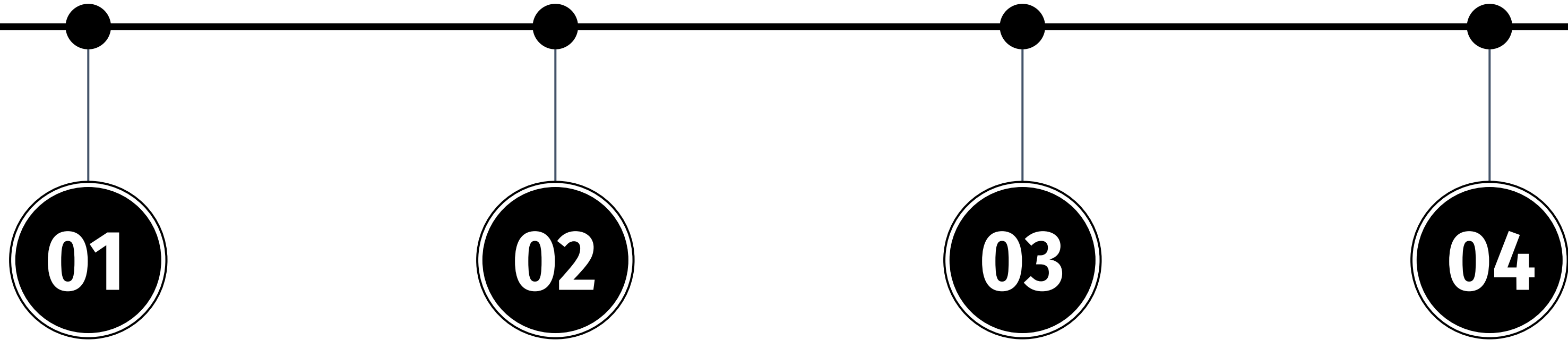


Как ученые восстанавливают историю жизни

Прошое органического мира читают по ископаемым, строению организмов, эмбриональному развитию и молекулам. Сопоставление слоев пород и геологической шкалы помогает увидеть, когда появлялись группы организмов и происходили массовые вымирания.



Первые этапы жизни в архее и протерозое



Около 3,5 млрд лет назад

Возникают первые прокариоты — простейшие клеточные формы, положившие начало биологической эволюции на ранней Земле.

Фотосинтезирующие цианобактерии

Появление фотосинтеза привело к накоплению кислорода в водах и атмосфере, постепенно изменяя условия для живых организмов.

Кислородное событие

Около 2,4 млрд лет назад рост содержания кислорода сделал возможным аэробное дыхание и перестройку экосистем.

Эукариоты и многоклеточность

В протерозое формируются эукариоты и затем многоклеточные организмы, открывшие путь к дальнейшему усложнению жизни.

Крупные этапы эволюции по геологическим эрам

Каждая эра связана не только с появлением новых групп, но и с перестройкой среды обитания.

Линия показывает общий рост сложности и смену доминирующих форм жизни от простейших клеток к человеку.

Геохронологическая шкала и школьный курс биологии



Кембрийский взрыв: первые морские сообщества



Новый мир морского дна

Около 541 млн лет назад разнообразие животных резко выросло. В морях появились формы с твердыми скелетами, лучше защищавшими тело и помогавшими активно двигаться среди хищников и добычи.



Трилобиты и древние членистоногие

Среди самых узнаваемых обитателей кембрийских морей были трилобиты и другие ранние членистоногие. Их ископаемые остатки часто находят в породах, где хорошо сохраняются детали строения панциря.



Появление сложного поведения

Кембрийские животные начали активнее передвигаться, использовать органы чувств и вступать в хищнические отношения. Именно тогда в океане сформировались первые по-настоящему сложные экосистемы.

Крупнейшие массовые вымирания в истории Земли

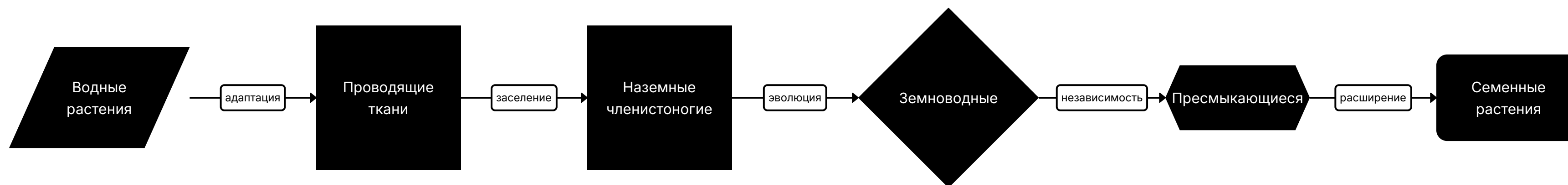
Главные биосферные кризисы показывают, как быстро может изменяться состав живого мира под действием глобальных факторов.

Массовые вымирания резко сокращали разнообразие, но одновременно освобождали экологические ниши для последующей эволюции новых групп.

Событие	Причина	Итог
Ордовик	Похолодание	Падение уровня моря
Пермь	Глобальный кризис	До 90% морских видов

Путь жизни на сушу

Последовательность этапов освоения суши в эволюции растений и животных



Расцвет растений в девоне и карбоне

01

Лесная экспансия

В девоне и карбоне папоротникообразные растения, хвощи и плауны образовали обширные заросли. На влажных равнинах возникали целые леса, изменявшие климат и условия жизни наземных организмов.

02

Болота и уголь

Теплый влажный климат способствовал развитию болот. Массивные скопления растительных остатков со временем преобразовались в залежи каменного угля, которые сегодня важны как природный ресурс.

03

Семена и пыльца

Появление семян и пыльцы сделало размножение растений менее зависимым от воды. Это резко повысило их устойчивость в наземной среде и расширило возможности расселения.

04

Основа для животных

Когда растительный покров стал гуще и разнообразнее, на суше появились новые источники пищи, укрытия и экологические ниши. Это подготовило условия для дальнейшего освоения суши животными.



Мезозой: эпоха динозавров и первых птиц



■ Господство рептилий

Мезозой охватывает триас, юру и мел. В это время динозавры, морские рептилии и птерозавры занимали ведущие позиции в наземных и водных экосистемах.

■ Первые птицы

Именно в мезозое появляются первые птицы. Их возникновение связано с постепенными преобразованиями передних конечностей, покровов и способов передвижения у древних рептилий.

■ Археоптерикс как переходная форма

Археоптерикс соединял признаки рептилий и птиц: зубы, длинный хвост и перья. Такие находки особенно важны, потому что показывают постепенность эволюционных изменений.

■ Ранние млекопитающие

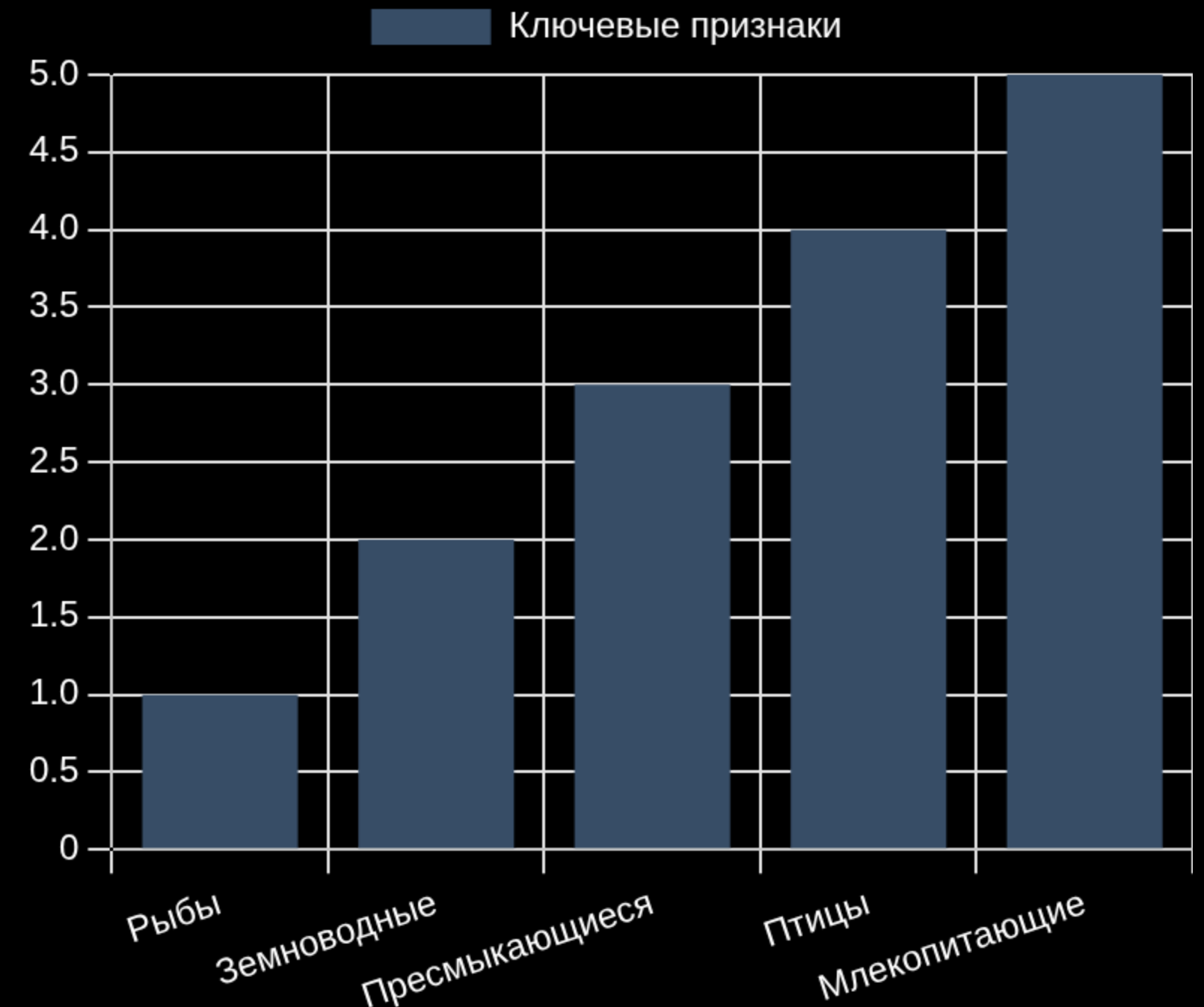
Наряду с динозаврами существовали небольшие ранние млекопитающие. Они долго оставались малозаметной группой, но именно в дальнейшем стали одной из главных линий развития позвоночных.

Сравнение основных линий позвоночных

Каждая группа позвоночных связана с определенным типом среды и способом размножения, что отражает последовательность эволюционных адаптаций.

По мере выхода на сушу усиливались защита тела, независимость от воды и забота о потомстве.

Школьный курс биологии; сравнительная характеристика основных групп позвоночных



Кайнозой и расцвет млекопитающих

01

Освободившиеся ниши

После вымирания в конце мела многие экологические ниши оказались свободны. Это создало условия для быстрого расширения млекопитающих, которые раньше оставались второстепенной группой наземных позвоночных.

02

Новые группы

В кайнозое широко распространились копытные, хищные, грызуны, приматы и китообразные. Каждая из этих линий приспособилась к собственным условиям среды и заняла устойчивые позиции в экосистемах.

03

Климатические перемены

Постепенное охлаждение климата и сокращение площади тропических лесов изменили состав флоры и фауны. Многие группы животных вынуждены были приспосабливаться к более открытым и сезонным ландшафтам.

04

Современные биомы

Именно в кайнозое сформировались многие природные зоны, близкие к современным. Поэтому этот этап считают временем становления привычного для нас облика биосферы и современной структуры наземных сообществ.

Происхождение человека как часть эволюции приматов

6–7 млн лет назад

От общего предка с шимпанзе отделяется линия гоминин. С этого момента начинается самостоятельная эволюция, в ходе которой усиливаются признаки прямохождения и меняется строение черепа.

Australopithecus

Австралопитеки уже уверенно передвигались на двух ногах, но сохраняли небольшой объем мозга. Их признаки показывают переходный этап между древними приматами и более поздними представителями рода *Homo*.

Homo habilis и Homo erectus

Homo habilis начал систематически использовать простые орудия, а *Homo erectus* освоил более сложное поведение и расселение за пределы Африки, что стало важным шагом в эволюции человека.

Homo sapiens

Около 300 тыс. лет назад в Африке появился *Homo sapiens*. Этот вид отличается развитой речью, абстрактным мышлением, культурой и способностью преобразовывать среду обитания.

Сравнение движущих сил эволюции

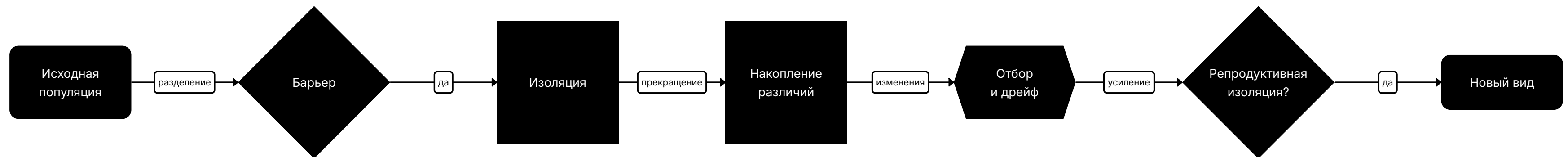
► Основные факторы эволюции действуют совместно и усиливают влияние друг друга, поэтому изменения в популяциях происходят не по одной причине, а как результат сложного взаимодействия процессов.

► Эволюцию определяет не один механизм, а сочетание наследственной изменчивости, отбора, изоляции, мутаций и дрейфа генов.

Фактор	Роль	Итог
Изменчивость	Различия особей	Материал эволюции
Отбор	Сохраняет полезное	Приспособленность
Изоляция	Разделяет популяции	Расхождение

Как возникает новый вид

Схема по материалам школьного курса: от разделения популяции до формирования репродуктивной изоляции.

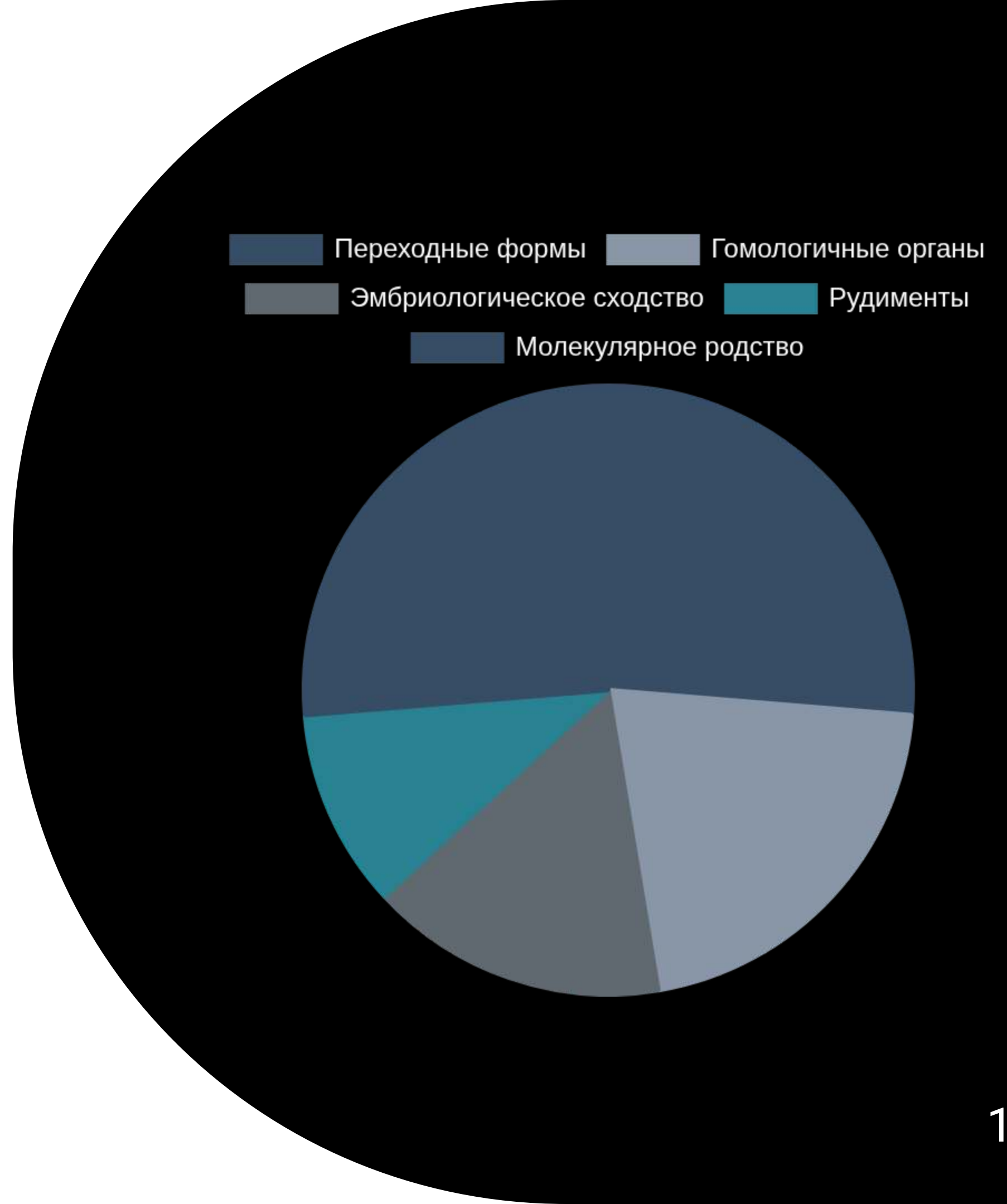


Доказательства эволюции в сравнительных данных

Разные группы доказательств дополняют друг друга: одни показывают преемственность строения, другие — общность развития и генетического кода. Вместе они дают целостную картину происхождения видов.

Наиболее убедительна совокупность данных: сходство ДНК, строения и развития подтверждает общее происхождение организмов и постепенность эволюции.

Учебная схема по сравнительной анатомии, эмбриологии и молекулярной биологии



Биосфера сегодня: скорость исчезновения видов

- **Утрата местообитаний**

Расширение городов, сельского хозяйства и инфраструктуры сокращает природные территории. Для многих видов это означает распад ареалов, ухудшение условий размножения и потерю кормовой базы.

- **Загрязнение и промысел**

Пестициды, пластик, промышленные выбросы и чрезмерная добыча ресурсов воздействуют на популяции напрямую. Особенно быстро страдают виды, которые долго воспроизводятся и медленно восстанавливают численность.

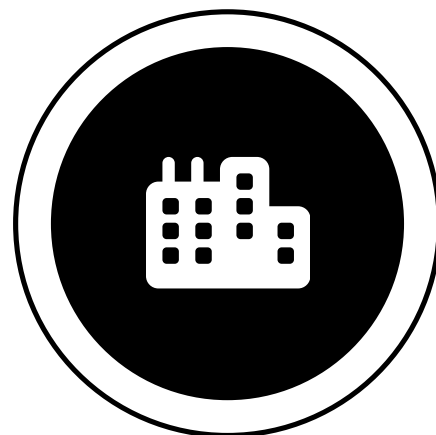
- **Климатический стресс**

Изменение температуры и режима осадков смещает границы природных зон, нарушает сезонные циклы и делает экосистемы менее устойчивыми. Уязвимее всего лесные, пресноводные и морские сообщества.

- **Инвазивные виды**

Чужеродные организмы могут вытеснять местные виды, изменять пищевые цепи и переносить болезни. В сочетании с другими факторами это ускоряет современное сокращение биоразнообразия.

Эволюция и человек: влияние на природу



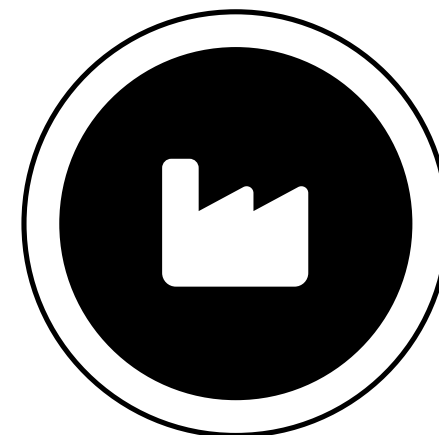
Урбанизация

Рост городов преобразует ландшафты, дробит природные территории и создаёт барьеры для миграции животных. В результате многие виды теряют привычные местообитания и вынуждены существовать в изолированных фрагментах среды.



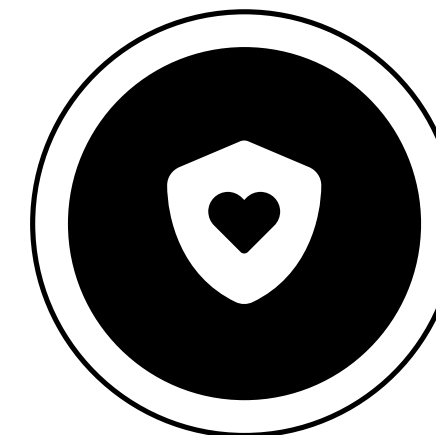
Сельское хозяйство

Расширение пашен и пастбищ меняет состав почв, водный режим и растительность. Упрощение экосистем снижает разнообразие организмов и делает природные сообщества менее устойчивыми к внешним



Промышленное воздействие

Промышленность и добыча полезных ископаемых сопровождаются выбросами, шумом, загрязнением воды и разрушением рельефа. Эти процессы нарушают связи между видами и ускоряют деградацию экосистем.



Охрана природы

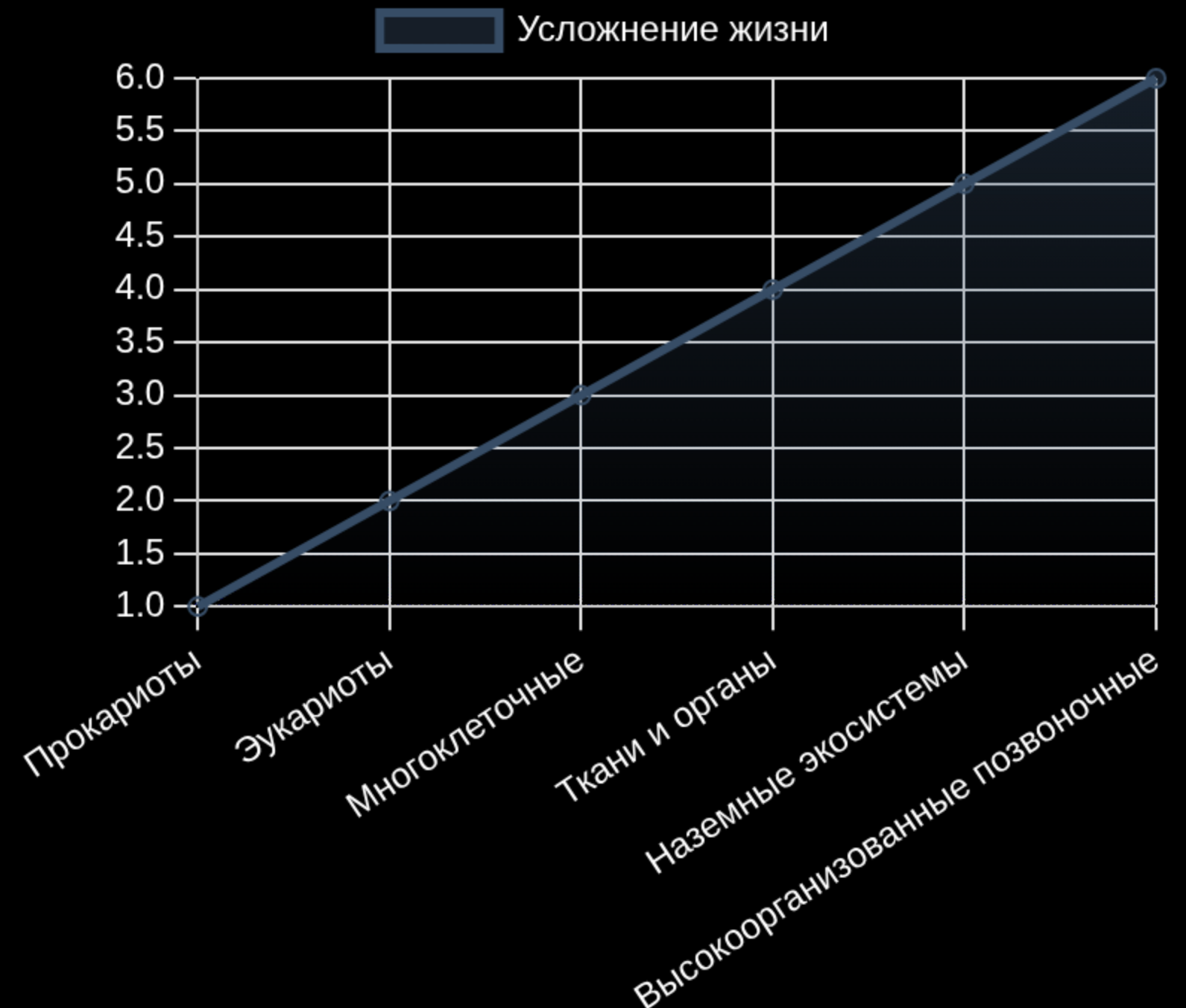
Заповедники, национальные парки, восстановление лесов и международные программы помогают сохранять редкие виды. Такие меры особенно важны там, где природные сообщества уже сильно изменены человеком.

Рост сложности живых систем во времени

Линия отражает общую направленность эволюции: усложнение строения, функций и взаимосвязей между организмами происходило постепенно, но сопровождалось резкими кризисами биосферы.

Главный тренд — рост организации живого, однако массовые вымирания показывают, что развитие биосферы идёт неравномерно и зависит от внешних катастроф.

Схематическая обобщающая диаграмма по данным школьного курса биологии



Ключевые вехи развития органического мира

Хронологическая таблица показывает, как последовательно менялись главные группы организмов и условия их существования на протяжении геологической истории Земли.

История жизни состоит из череды крупных переходов: появление новых форм связано с усложнением организмов и сменой доминирующих групп.

Дата	Событие	Значение
3,5 млрд лет	Первые клетки	Начало жизни
2,4 млрд лет	Кислородная революция	Аэробное дыхание
541 млн лет	Кембрийский взрыв	Рост разнообразия
66 млн лет	Исчезновение динозавров	Смена доминант

Развитие жизни: путь усложнения и обновления

История органического мира показывает, что жизнь не стоит на месте: она усложняется, приспосабливается и обновляется после кризисов. Сегодня её будущее во многом зависит от ответственности человека и сохранения биоразнообразия.