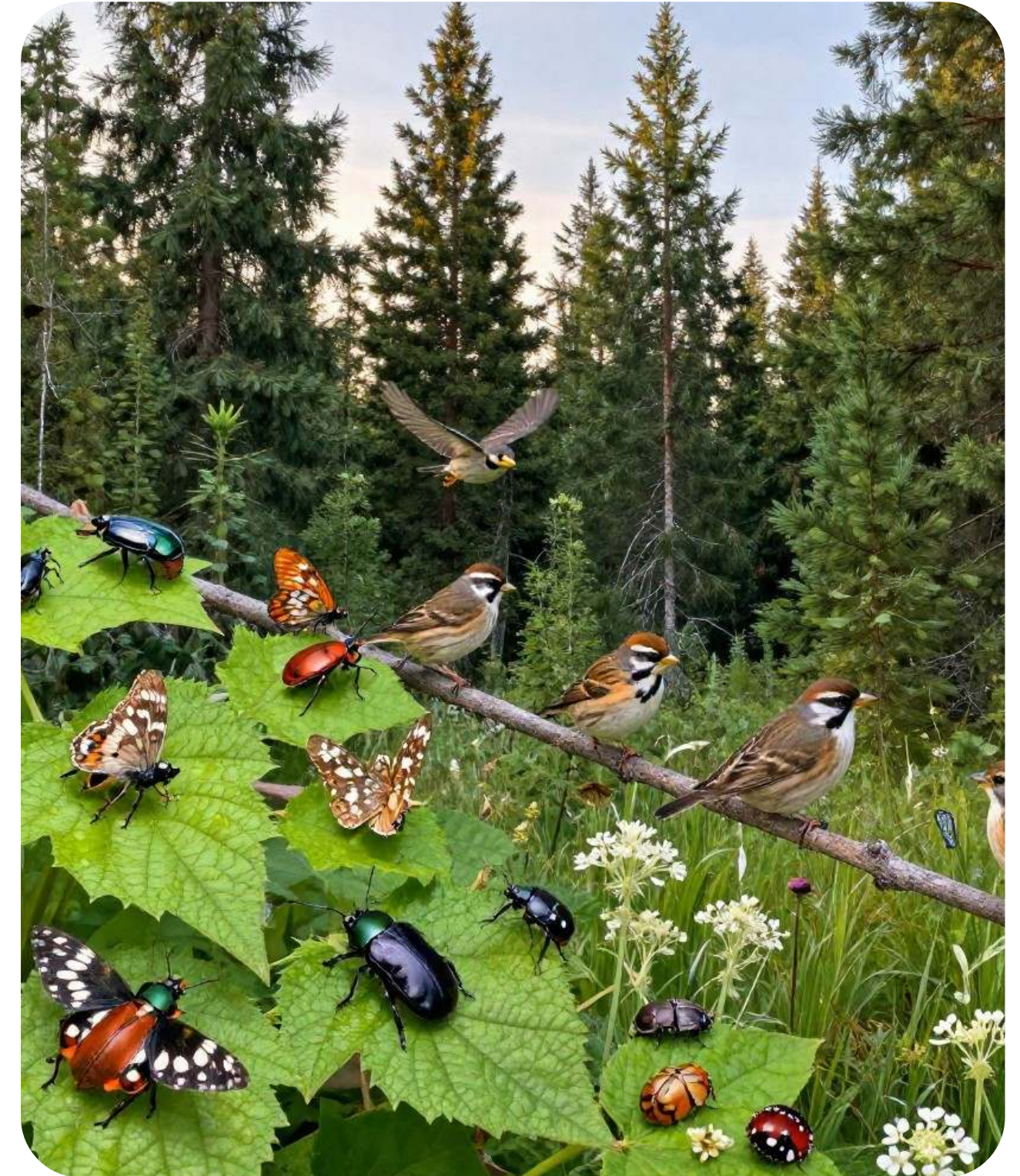




Макроэволюция и микроэволюция: обзор ключевых понятий

Исследуем большие и малые изменения в живой природе и их взаимосвязь.



Основные идеи эволюционного процесса



Чарльз Дарвин впервые рассказал о естественном отборе, объясняющем формирование видов. В XX веке учёные разделили эволюцию на микро- и макроуровни, чтобы лучше понять изменения на разных масштабах.



Микроэволюция: механизмы и примеры



01

Что такое микроэволюция?

Микроэволюция – изменения в генах в пределах одной популяции, которые происходят постепенно на коротких временных промежутках. Это фундамент эволюционных изменений.

02

Основные процессы микроэволюции

Ключевые процессы включают мутации в ДНК, миграции организмов, случайные изменения аллелей и естественный отбор, формирующий полезные признаки.

Этапы макроэволюционных изменений



Отличия микро- и макроэволюции



Микроэволюция – быстрые изменения

Несмотря на небольшие временные рамки, микроэволюция заметна в изменении наследственных признаков внутри видов. Это, например, адаптация к окружающей среде в течение нескольких поколений.



Макроэволюция – большие масштабы

Макроэволюция охватывает миллионы лет, приводя к появлению новых таксонов и кардинальной перестройке жизни на планете, включая возникновение новых классов и родов.



Общие механизмы разного масштаба

Хотя микро- и макроэволюция имеют разные временные рамки и результаты, оба процесса происходят за счёт одних и тех же биологических механизмов, лишь масштаб differs.

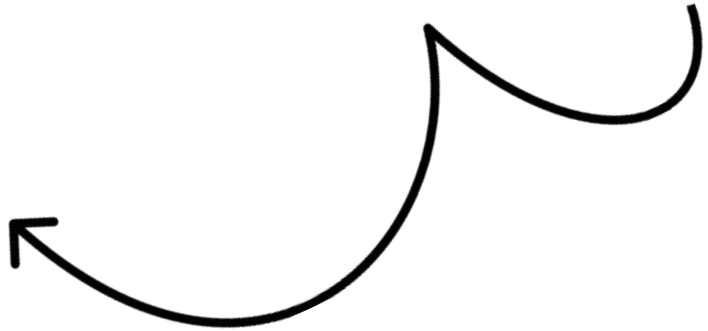
Сравнение времени микро- и макроэволюции



Микроэволюционные изменения заметны в течение нескольких десятков или сотен лет, а макроэволюция требует миллионов лет.

Разница во временных масштабах подчеркивает разнообразие эволюционных процессов и их влияние на биологическое разнообразие.

Современные исследования эволюционной биологии, 2024



Главные генетические механизмы микроэволюции



01

Мутации создают новые варианты генов, являясь основой для генетического разнообразия в популяциях.

02

Миграция особей между группами обеспечивает обмен генами, изменяя генетический состав популяций.

03

Генетический дрейф вызывает случайные изменения частот аллелей, особенно в небольших популяциях.

04

Отбор способствует закреплению полезных признаков, ускоряя адаптационные процессы в популяциях.

Яркие примеры микроэволюции в природе



Промышленный меланизм у берёзовой пяденицы

Из-за загрязнения воздуха темные формы этих мотыльков получили преимущество, что изменило распределение окраски в популяциях за несколько десятилетий.



Устойчивость бактерий к антибиотикам

Бактерии быстро адаптировались, развив гены устойчивости, что затрудняет лечение инфекций и показывает быструю эволюцию микроорганизмов.



Изменчивость клюва у галапагосских вьюрков

Различия в строении клюва отражают адаптацию к пищевым ресурсам и демонстрируют микроэволюционные изменения в разных средах.

Сравнительная таблица эволюционных процессов

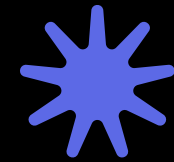
Процессы	Временной масштаб	Масштаб изменений
Мутации	Годы	В пределах вида
Спецификация	Миллионы лет	Образование новых видов
Адаптивная радиация	Десятки миллионов лет	Возникновение многочисленных групп

Эволюционная биология, учебник 2023

Таблица показывает основные процессы, их временные масштабы и уровни изменений в природе.

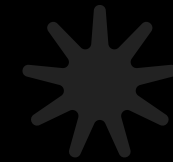
Микроэволюционные процессы накапливаются и приводят к значительным макроэволюционным изменениям.

Как микроэволюция переходит в макроэволюцию



Медленный и постоянный набор изменений в генах популяции ведёт к отделению новой разновидности или вида.

01



Спецификация служит переходным этапом, при котором группы становятся репродуктивно изолированными и начинают эволюционировать независимо.

02



За долгие периоды эти процессы приводят к формированию новых таксонов и изменению структуры биосферы.

03

Схема видообразования: этапы макроэволюционных изменений

Источник: Современные исследования биологии видообразования



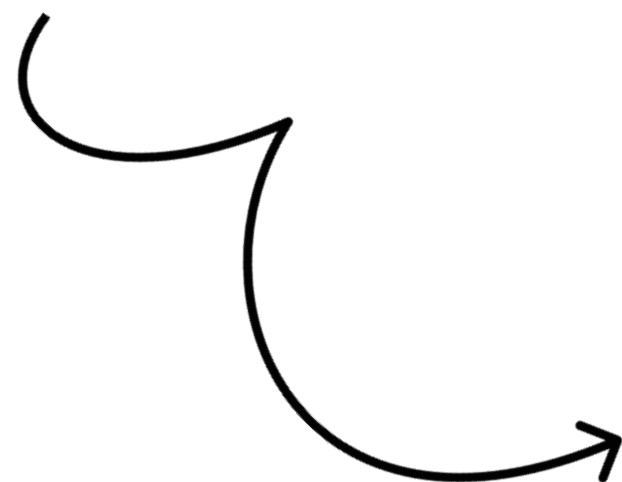
Адаптивная радиация: пример быстрого макроэволюционного процесса

- На Галапагосских островах один предковый вид вьюрков породил более 15 видов с уникальными формами клювов. Эти виды освоили разные экологические ниши, что повысило разнообразие экосистемы.
- Адаптивная радиация позволяет виду очень быстро развиваться, создавая множество новых форм жизни, использующих разные ресурсы и выживающих в разнообразных условиях окружающей среды.





Пермское массовое вымирание около 252 млн лет назад уничтожило подавляющее большинство морских организмов, что изменило ход эволюции и способствовало развитию новых групп животных.



90%

Геологические данные и палеонтология

морских видов исчезли в результате пермского вымирания, открыв путь для новой эволюционной радиации.

Динамика видового разнообразия на Земле

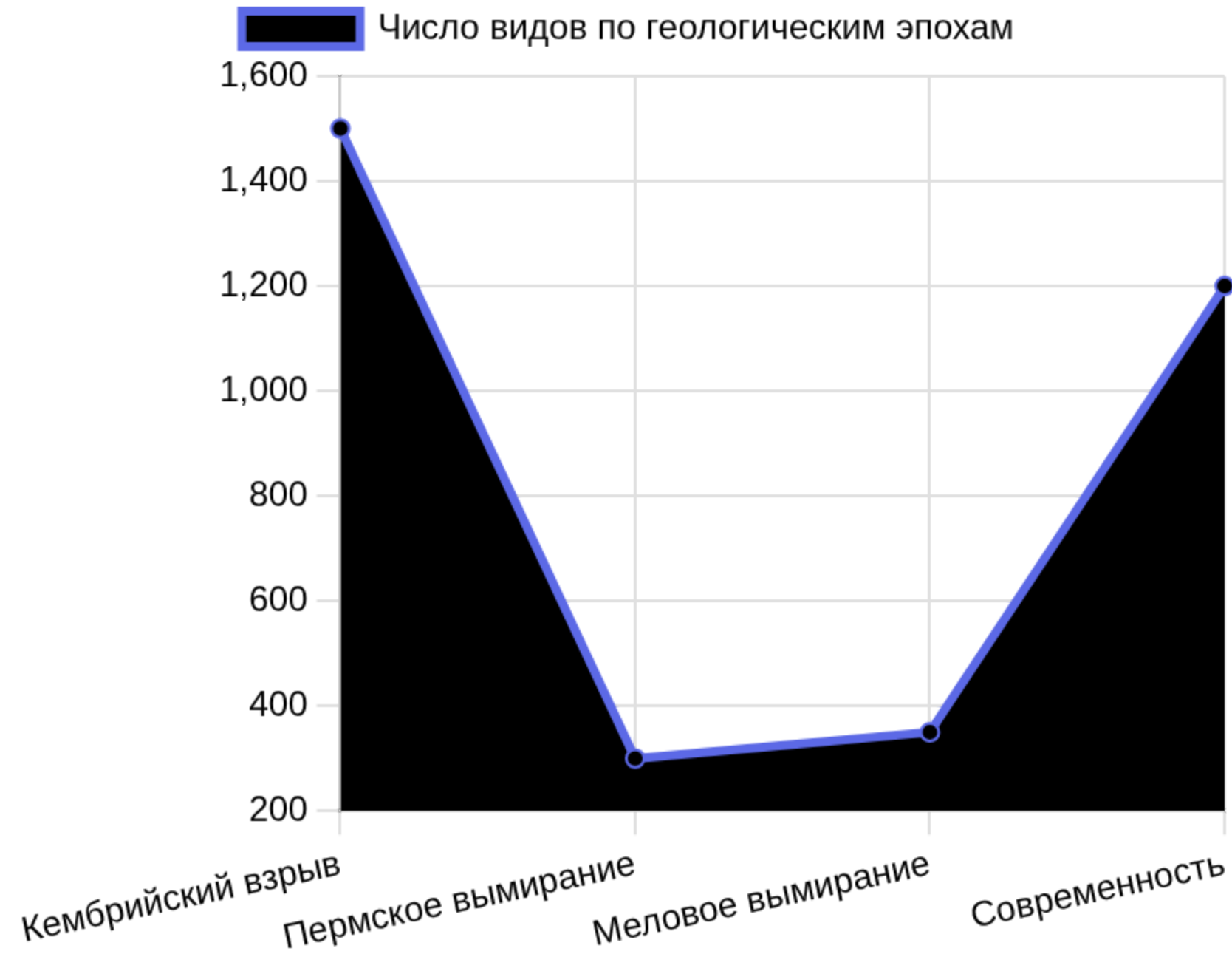
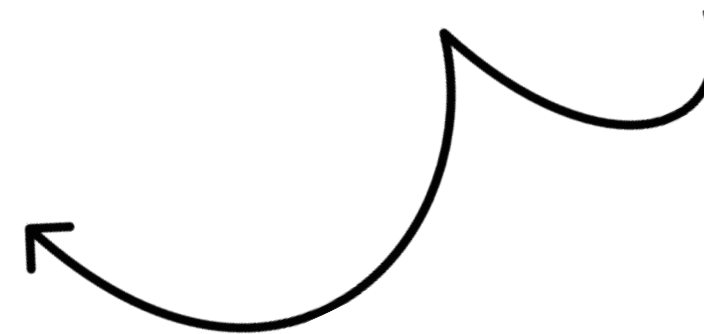


График отражает резкий рост форм жизни в кембрии и падения вследствие массовых вымираний. Последующее восстановление видов обычно происходит медленно и постепенно.

Данные показывают, что биологическое разнообразие сильно зависит от геологических событий и экосистемных изменений, формируя современную фауну и флору.

Палеонтологические исследования, 2023



Палеонтологические доказательства макроэволюции



Археоптерикс — переходная форма

Археоптерикс сочетает черты динозавров и птиц, что подтверждает эволюционную связь между этими группами. Его находки иллюстрируют постепенное формирование новых видов во времени.



Переход китообразных от земли к воде

Фоссилии китообразных показывают последовательные морфологические изменения, отражающие переход от наземных предков к полностью водным млекопитающим с адаптациями к океанической жизни.

Сравнительная анатомия и эмбриология как свидетельства эволюции

01

Гомологичные органы, такие как конечности человека, кита и летучей мыши, имеют похожую структуру, что указывает на общее происхождение от древнего предка.

02

Эмбрионы многих позвоночных проходят схожие стадии, включая наличие жаберных дуг и хвоста, что свидетельствует о генетической и исторической связи всех видов.

03

Эти общие черты отражают эволюционные процессы и подтверждают теорию о происхождении разнообразных организмов из единого предка.

Молекулярные и генетические данные в поддержку макроэволюции

01

Сравнение ДНК показывает высокую степень совпадения генетического материала между близкородственными видами, например, человеком и шимпанзе.

02

Генетические молекулярные часы позволяют оценить время разделения эволюционных линий по накоплению мутаций в геноме.

03

Присутствие идентичных генов у разных видов подтверждает их общее происхождение и эволюционную связь на молекулярном уровне.

04

Анализ последовательностей ДНК помогает реконструировать эволюционные родословные, выявляя этапы формирования видов и крупных таксонов.

Наблюдаемые случаи видообразования в природе и ↗ лаборатории



Специация дрозофил на Гавайях

Изолированные популяции дрозофил на островах накопили значительные генетические различия, породив свыше 800 эндемичных видов за относительно короткое эволюционное время.



Создание новых видов дрозофил в лаборатории

При искусственной изоляции и селекции в лабораторных условиях были получены новые виды дрозофил, демонстрируя процесс видообразования в реальных экспериментах.

Значение макроэволюции и для науки и общества

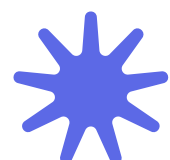
Изучение макроэволюции объясняет происхождение биоразнообразия и механизмы массовых вымираний, расширяя наше понимание истории жизни.

01

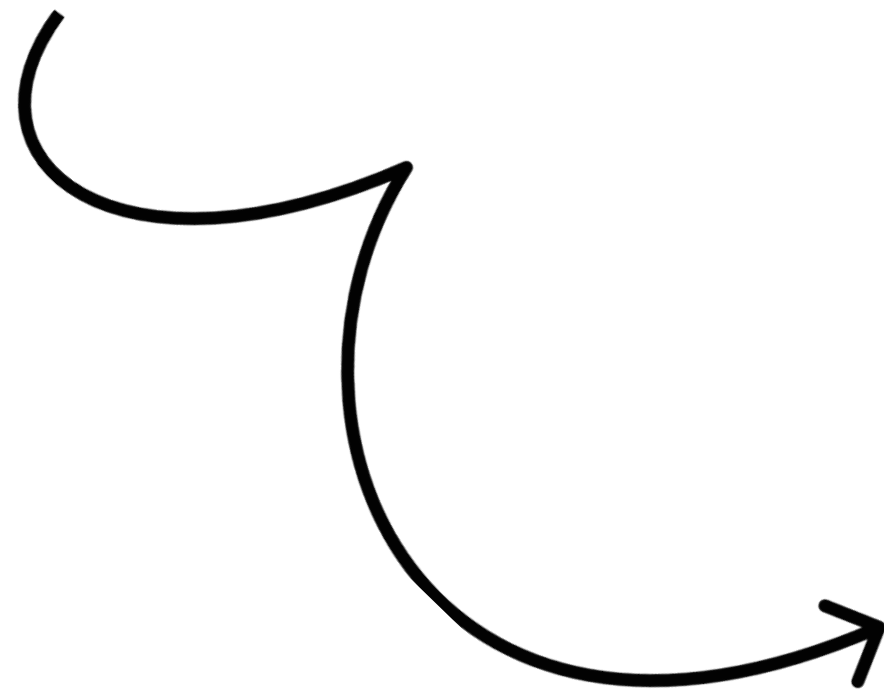
02

Эти знания применяются в охране редких видов, восстановлении экосистем и разработке биотехнологий, способствуя устойчивому развитию.

Исследования эволюционных процессов прогнозируют влияние антропогенных изменений на биосферу и помогают выработать стратегии адаптации.



Макроэволюция: ИТОГ тысячелетий микроэволюционных изменений



Микроэволюция накапливает изменения в популяциях, которые с течением времени формируют новые виды и крупные эволюционные события, лежащие в основе макроэволюции и биоразнообразия Земли.

