

Принципы эволюции живых организмов

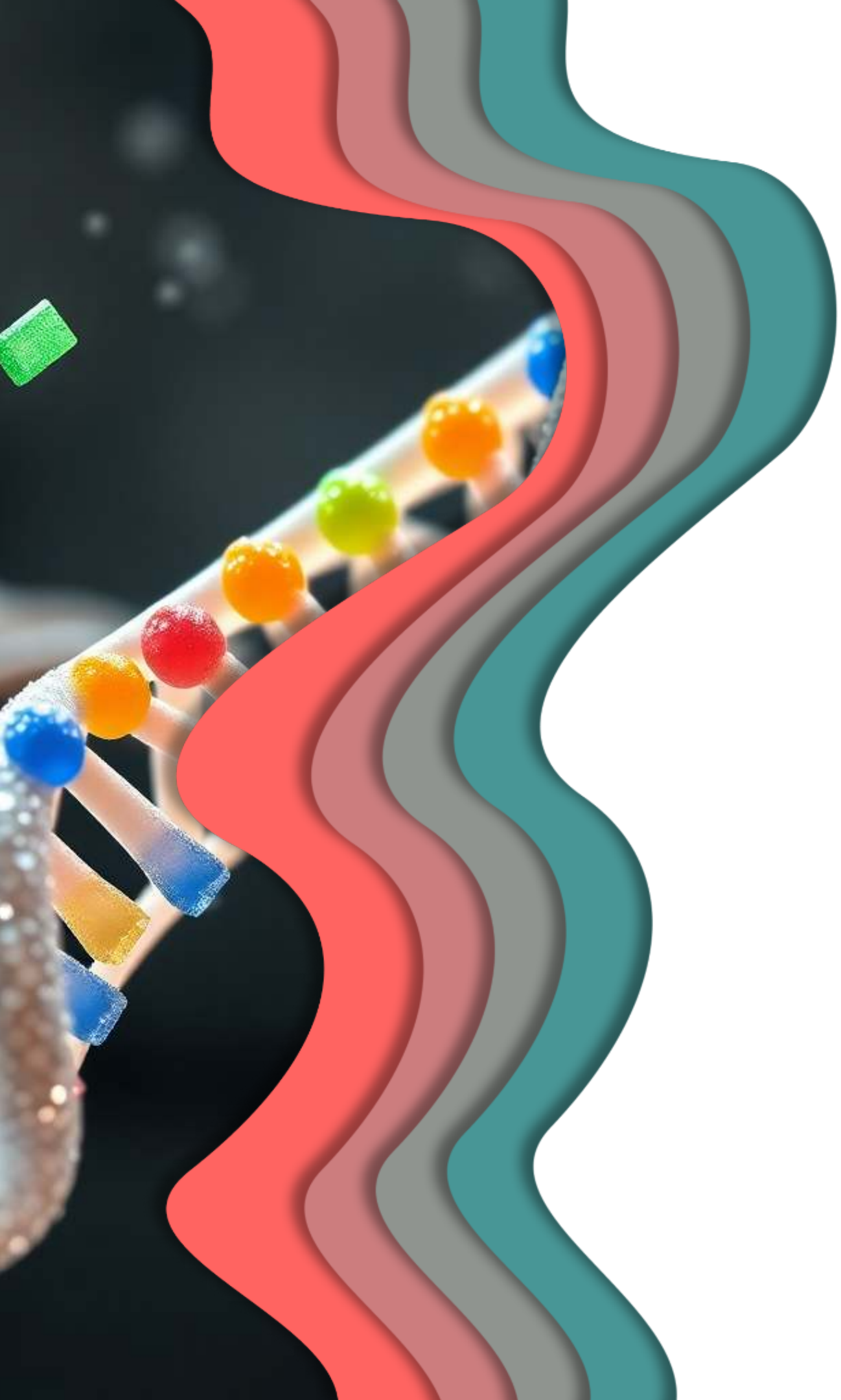
Как изменяется жизнь на Земле: от популяций
к новым видам и адаптациям.



Зачем изучать эволюцию

Эволюция объясняет происхождение разнообразия организмов, их родство и приспособления, а также помогает понимать явления от ископаемых форм до устойчивости бактерий к антибиотикам.





Наследственная изменчивость как основа эволюции

01

Исходный материал

Наследственная изменчивость создаёт различия между особями и делает возможным действие отбора. Без неё популяция оставалась бы генетически одинаковой, а признаки не могли бы изменяться в поколениях.

02

Источники разнообразия

Новые сочетания признаков возникают из-за мутаций, рекомбинации генов, кроссинговера, независимого расхождения хромосом и случайного слияния гамет при оплодотворении, усиливая генетическое разнообразие.

03

Виды мутаций

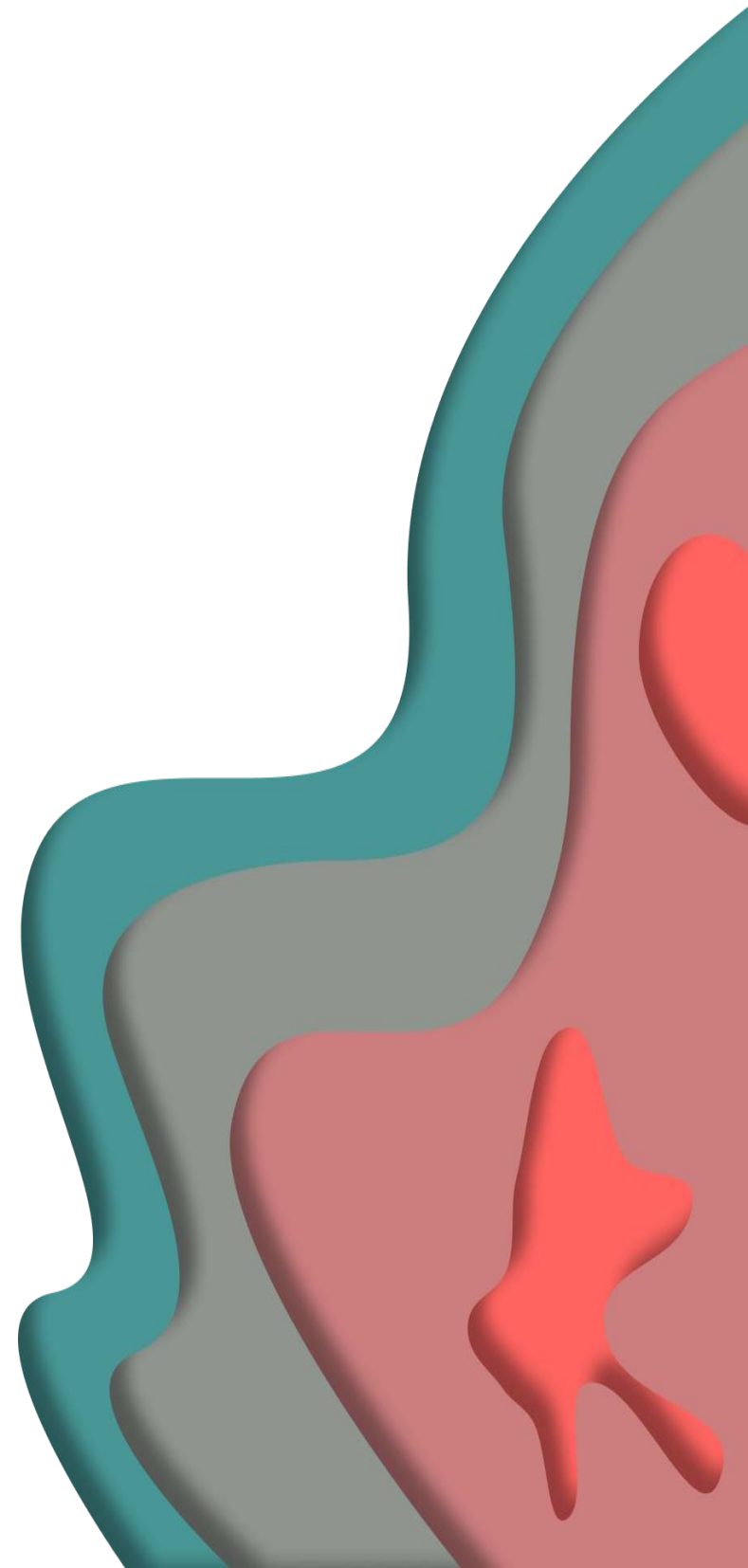
Мутации бывают генные, хромосомные и геномные. Они создают новые аллели и варианты признаков, которые затем могут сохраняться, усиливаться или устраняться в ходе естественного отбора.

Источники наследственной изменчивости

У эукариот рекомбинация обычно сильнее повышает разнообразие признаков, а мутации создают новые наследственные варианты.

Основной вклад в разнообразие дают перераспределение уже имеющихся генов и появление новых аллелей.

Учебные сведения по общей биологии; точные процентные доли условны и приведены для наглядности.



Борьба за существование и ограниченность ресурсов

Ограниченные ресурсы

Пища, вода, территория, укрытия, свет и партнёры для размножения всегда распределены неравномерно, поэтому организмам приходится конкурировать за условия, необходимые для выживания и размножения.

Внутривидовая и межвидовая борьба

Наиболее острой обычно бывает конкуренция между особями одного вида: у них сходные потребности и одна экологическая ниша. Межвидовая борьба возникает при борьбе разных видов за одни ресурсы.

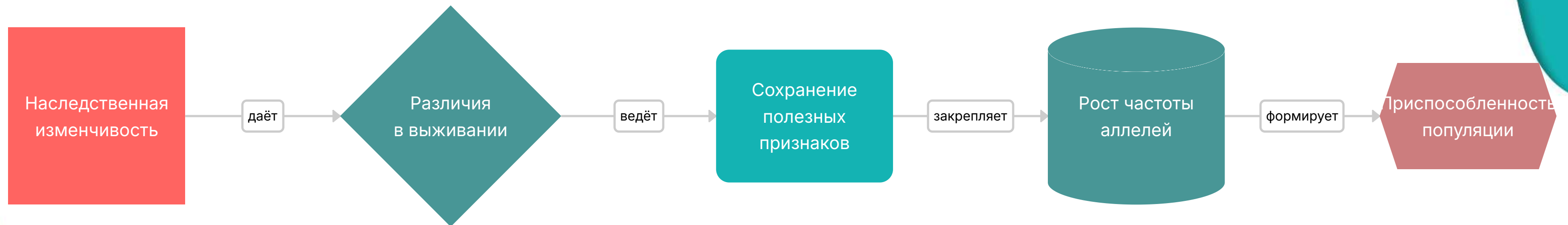
Влияние среды

Неблагоприятные факторы среды, такие как холод, засуха, недостаток кислорода и резкие колебания температуры, тоже становятся формой борьбы за существование, определяя, какие организмы сохранятся.

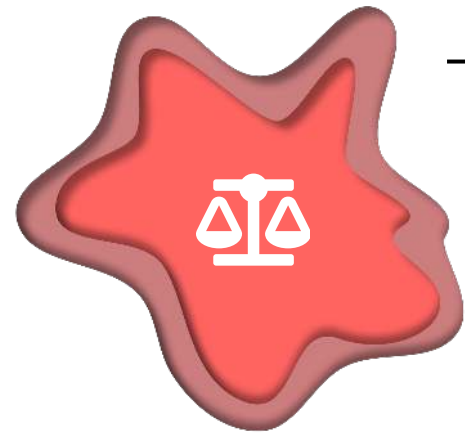


Как действует естественный отбор

Схема показывает, как наследственная изменчивость приводит к закреплению полезных признаков в популяции.

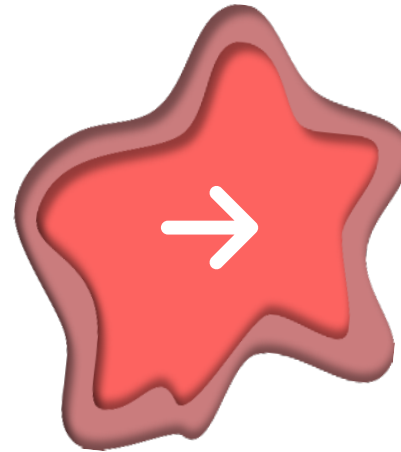


Основные формы естественного отбора



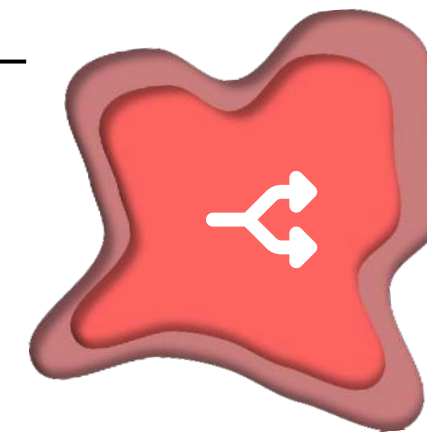
Стабилизирующий отбор

Сохраняет среднее значение признака в стабильных условиях и устраняет крайние варианты. Такой отбор особенно заметен там, где среда долго остаётся почти неизменной и полезен уже сложившийся оптимум.



Движущий отбор

Смещает признак в одну сторону, если условия среды меняются. В результате постепенно закрепляется новое значение признака, например при изменении кормовой базы или появлении антибиотиков.



Разрывающий отбор

Поддерживает крайние варианты признака в неоднородной среде и уменьшает преимущества средних форм. Это усиливает различия внутри популяции и может стать шагом к её расхождению.

Сравнение форм естественного отбора

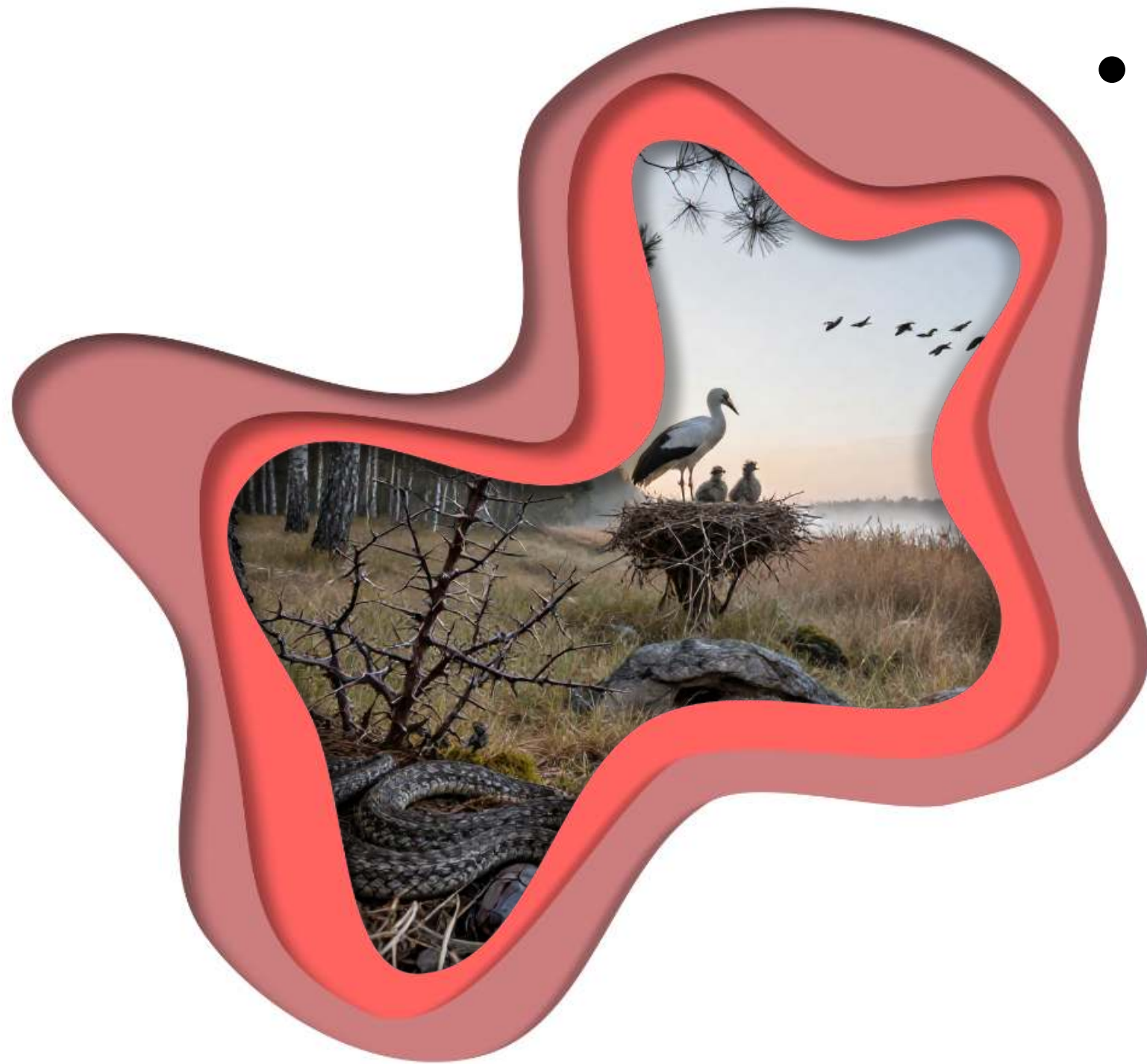
Таблица показывает, как условия среды определяют результат отбора и направление изменений в популяции.

Естественный отбор не одинаков для всех ситуаций: он по-разному меняет частоты признаков в зависимости от среды.

Обобщение школьного курса общей биологии

Форма	Условия	Результат	Пример
Стабилизирующий	постоянные	средний признак	масса новорождённых
Движущий	изменение среды	смещение признака	клюв птиц
Разрывающий	неоднородная	крайние формы	полиморфизм

Приспособленность и виды адаптаций



- **Морфологические адаптации**

Связаны со строением тела: покровительственная окраска, шипы, обтекаемая форма, особенности органов и другие признаки, которые повышают выживаемость в конкретной среде.

- **Физиологические адаптации**

К ним относятся терморегуляция, экономия воды, особенности дыхания и обмена веществ. Такие изменения позволяют организму сохранять устойчивость при разных внешних условиях.

- **Поведенческие адаптации**

Миграции, забота о потомстве, ночная активность и социальное поведение помогают избегать опасностей, находить ресурсы и увеличивать шансы на успешное размножение.

Дрейф генов и роль случайности в эволюции

01 Случайные колебания

Дрейф генов — это непредсказуемое изменение частот аллелей, особенно заметное в малых популяциях. Он может заметно менять генофонд даже без заметного действия отбора.

02 Эффект основателя и «бутылочное горлышко»

Если новая популяция возникает из немногих особей, сохраняется лишь часть исходного разнообразия. При резком сокращении численности выжившие также передают потомкам уменьшенный набор аллелей.

03 Где дрейф важнее

Особенно сильным дрейф бывает в изолированных островных, горных и редких популяциях. Здесь случайность нередко влияет на состав генофонда сильнее, чем естественный отбор.

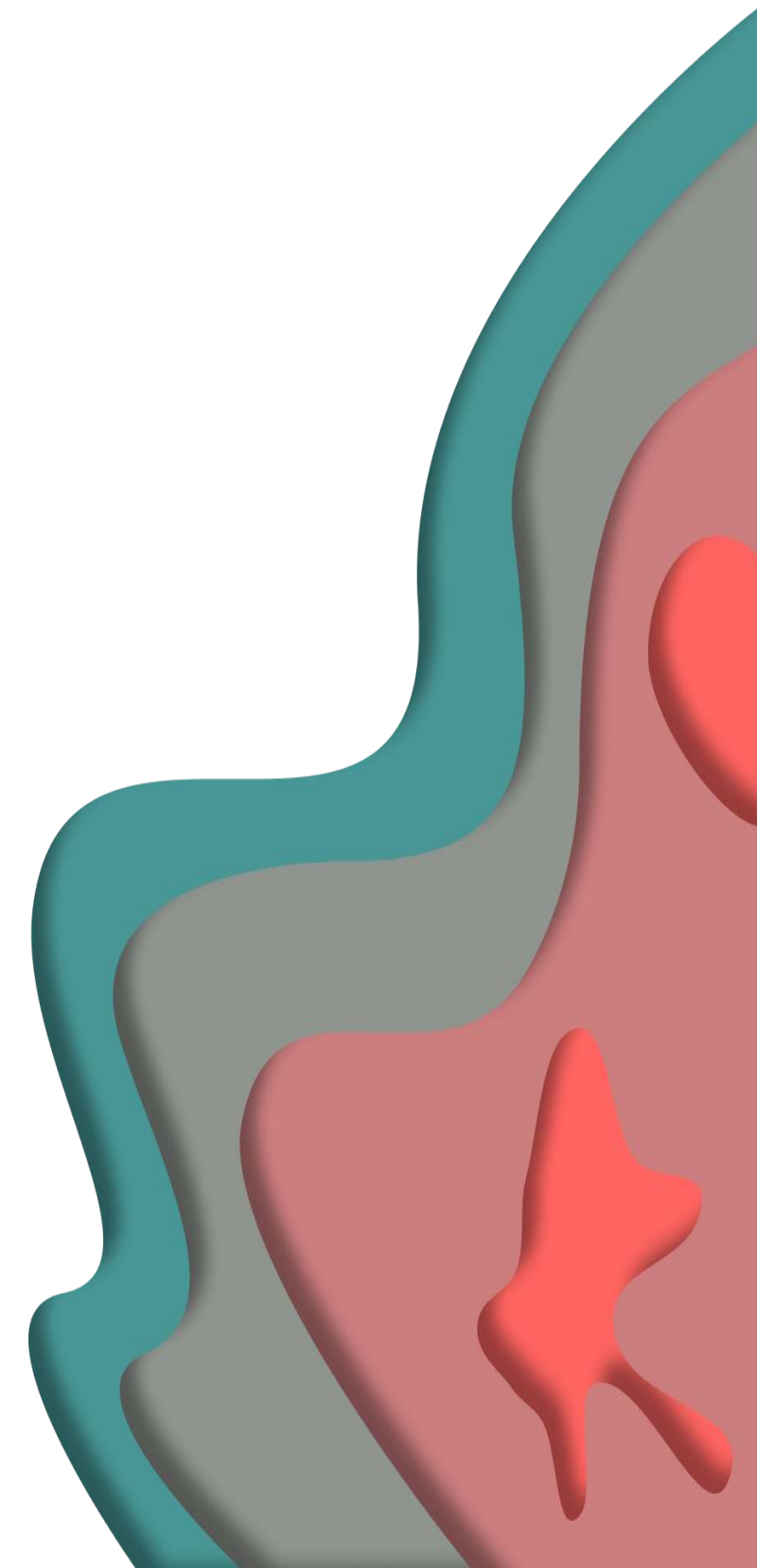


Факторы изменения генофонда популяции

На практике эти факторы действуют одновременно, а их вклад зависит от размера популяции, среды и степени обмена генами между популяциями.

У эукариот чаще всего быстрее перераспределяются уже имеющиеся варианты, а новые наследственные изменения появляются за счёт мутаций.

Схема по материалам школьного курса биологии; значения условные, не статистические.



Изоляция как условие видообразования

Разделение ареала

Популяции оказываются разделены барьерами — горами, реками, морями, пустынями или ледниками. Обмен генами между ними резко сокращается или прекращается.

Накопление различий

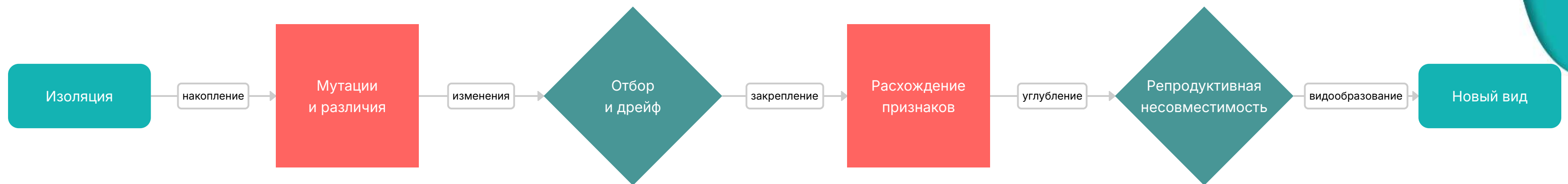
В изолированных группах накапливаются мутации, меняются частоты аллелей, а отбор и дрейф закрепляют разные признаки, включая строение, поведение и сроки размножения.

Репродуктивная изоляция

Различия становятся настолько значительными, что особи уже не скрещиваются свободно или не дают плодовитого потомства. Возникает новый вид.

Путь популяции к новому виду

Схема показывает, как длительная изоляция и эволюционные факторы приводят к видообразованию.





Дивергенция и адаптивная радиация

01

Расхождение признаков

Дивергенция начинается там, где родственные группы попадают в разные условия среды. Под действием отбора их признаки постепенно расходятся, снижая сходство между популяциями и повышая их приспособленность к локальным условиям.

02

Освоение ниш

Каждая популяция занимает свою экологическую нишу и накапливает особенности, полезные именно в ней. Так различия становятся устойчивыми и могут затрагивать питание, поведение, строение и время размножения.

03

Множество форм из одного предка

Адаптивная радиация происходит, когда один предковый вид даёт начало нескольким линиям, быстро освоившим разные ресурсы и среды обитания. Классические примеры — вьюрки Галапагосов и цихлиды африканских озёр.

Коэволюция: взаимное влияние видов друг на друга



Цветок и опылитель

У растений с глубокими цветками постепенно отбираются более длинные трубки венчика, а у насекомых — более длинный хоботок. В результате оба вида как бы «подстраиваются» друг под друга, повышая эффективность опыления и питания.



Хищник и жертва

У жертв усиливаются маскировка, ядовитость или защитные покровы, а у хищников — скорость, чуткость и специальные орудия захвата. Эта «гонка вооружений» делает взаимодействие видов всё более сложным и точным.



Хозяин и паразит

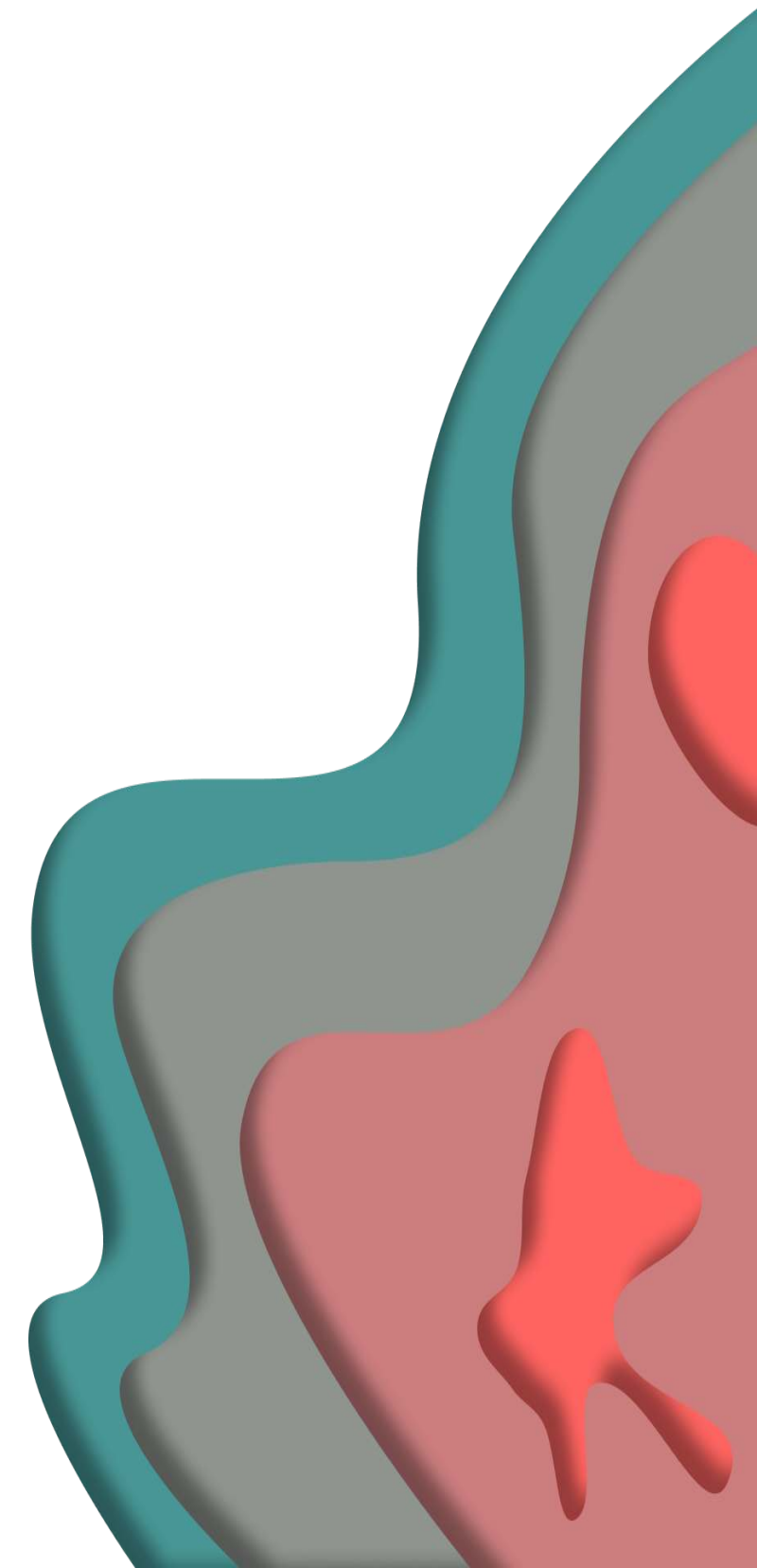
Когда хозяин приобретает устойчивость к паразиту, у паразита возникают новые способы проникновения или обхода защиты. Такие изменения идут параллельно и показывают, что эволюция одного вида может напрямую направлять эволюцию другого.

Уровни эволюционных изменений

Масштаб изменений растёт от одной популяции к крупным систематическим группам, но механизмы остаются теми же.

Микроэволюция и макроэволюция связаны непрерывно: большие различия возникают из накопления малых популяционных изменений.

Схема по материалам школьного курса биологии.



Доказательства эволюции живой природы

Источник	Пример	Что показывает
Палеонтология	Переходные формы	Последовательность изменений
Сравнительная анатомия	Гомологичные органы	Общее происхождение
Генетика и молекулярная биология	Универсальный код	Родство видов

Разные науки показывают эволюцию с разных сторон: по окаменелостям, строению, развитию, генам и молекулам.

Совпадение выводов из разных областей науки делает эволюционную картину особенно убедительной.

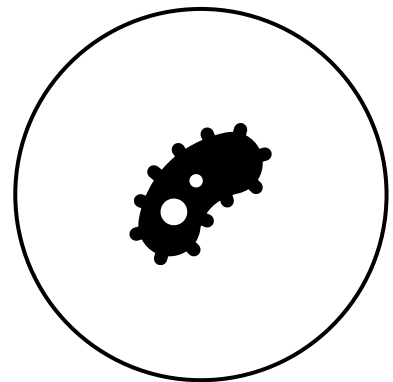
Школьный курс биологии; обобщение данных палеонтологии, анатомии, эмбриологии, генетики и молекулярной биологии.

Практическое значение эволюционных принципов



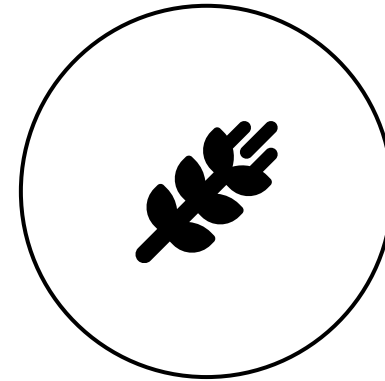
Медицина

Понимание отбора помогает объяснить устойчивость бактерий к антибиотикам и появление новых вариантов вирусов, из-за чего приходится обновлять вакцины и схемы лечения.



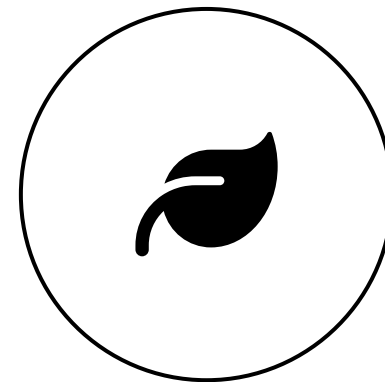
Микроорганизмы

Эволюционные механизмы особенно быстро заметны у бактерий: короткий цикл размножения ускоряет появление устойчивых линий и позволяет наблюдать отбор почти в реальном времени.



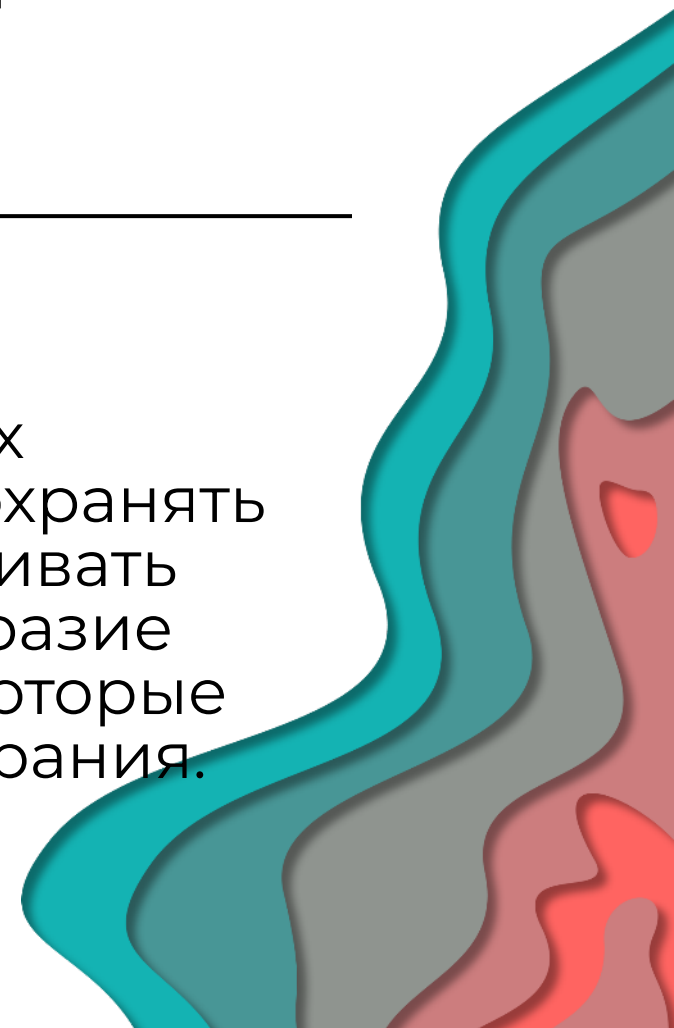
Сельское хозяйство

В селекции используют наследственную изменчивость и отбор, чтобы получать более урожайные, выносливые и продуктивные сорта растений и породы животных.

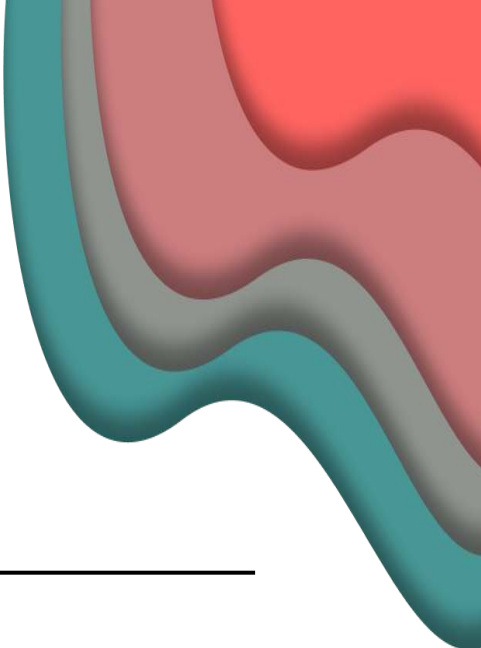


Охрана природы

Знание популяционных процессов помогает сохранять редкие виды, поддерживать генетическое разнообразие и планировать меры, которые уменьшают риск вымирания.



Частые ошибки в понимании эволюции



Нет заранее заданной цели

Эволюция не движется к «идеалу» и не обязана вести к усложнению. Она лишь закрепляет признаки, которые в данных условиях повышают выживание и размножение.

Меняются популяции, а не особи

Отдельная особь не «эволюционирует» в течение жизни. Эволюционные изменения накапливаются в популяциях, где меняются частоты наследственных признаков.

Приспособленность относительна

Полезный признак в одной среде может оказаться бесполезным или вредным в другой. Поэтому приспособленность всегда нужно оценивать только в конкретных условиях.

Роль случая и отбора

Случайные процессы и естественный отбор действуют одновременно, поэтому направление эволюции нельзя точно предсказать для каждой особи и каждого признака.

Эволюция: единый язык разнообразия ЖИЗНИ

Эволюция объясняет, как наследственная изменчивость, отбор, дрейф генов, миграции и изоляция постепенно меняют популяции, формируют адаптации и порождают новые виды, связывая живую природу в единую историю.

