

Видообразование

Как одна популяция распадается на новые виды

С чего начинается видообразование

Чтобы понять видообразование, нужно сначала различать вид, популяцию, генофонд и изоляцию.



Почему виды не остаются неизменными



Долгое изменение среды

За миллионы лет условия на Земле неоднократно менялись: смещались климатические зоны, возникали и исчезали преграды, а ареалы видов расширялись или сокращались.



Разные траектории

Разные популяции одного вида сталкиваются с неодинаковыми условиями, поэтому естественный отбор и случайные процессы направляют их развитие по разным траекториям.



Смена полезных признаков

Когда среда меняется, прежние признаки могут потерять значение, а новые — дать преимущество в выживании, размножении и конкуренции за ресурсы.



Накопление различий

Со временем накопленные отличия затрагивают строение, поведение и размножение, и одна исходная форма постепенно превращается в несколько самостоятельных линий.

Вид, популяция, генофонд



Что такое вид

Вид объединяет особей, которые в природных условиях свободно скрещиваются между собой и обычно дают жизнеспособное, плодовитое потомство.



Что такое популяция

Популяция — это часть вида, обитающая на одной территории и чаще вступающая в скрещивание друг с другом, чем с соседними группами.



Что такое генофонд

Генофонд — это совокупность всех генов и их вариантов в пределах популяции; именно он меняется при эволюции.

Изоляция как главный барьер обмена генами

01

Географическая изоляция

Географические барьеры — реки, горы, острова или ледники — сокращают контакты между группами и почти прекращают обмен генами.

02

Экологическая изоляция

Разные ниши, пища или места обитания разделяют даже соседние группы, если они используют разные ресурсы и редко встречаются друг с другом.

03

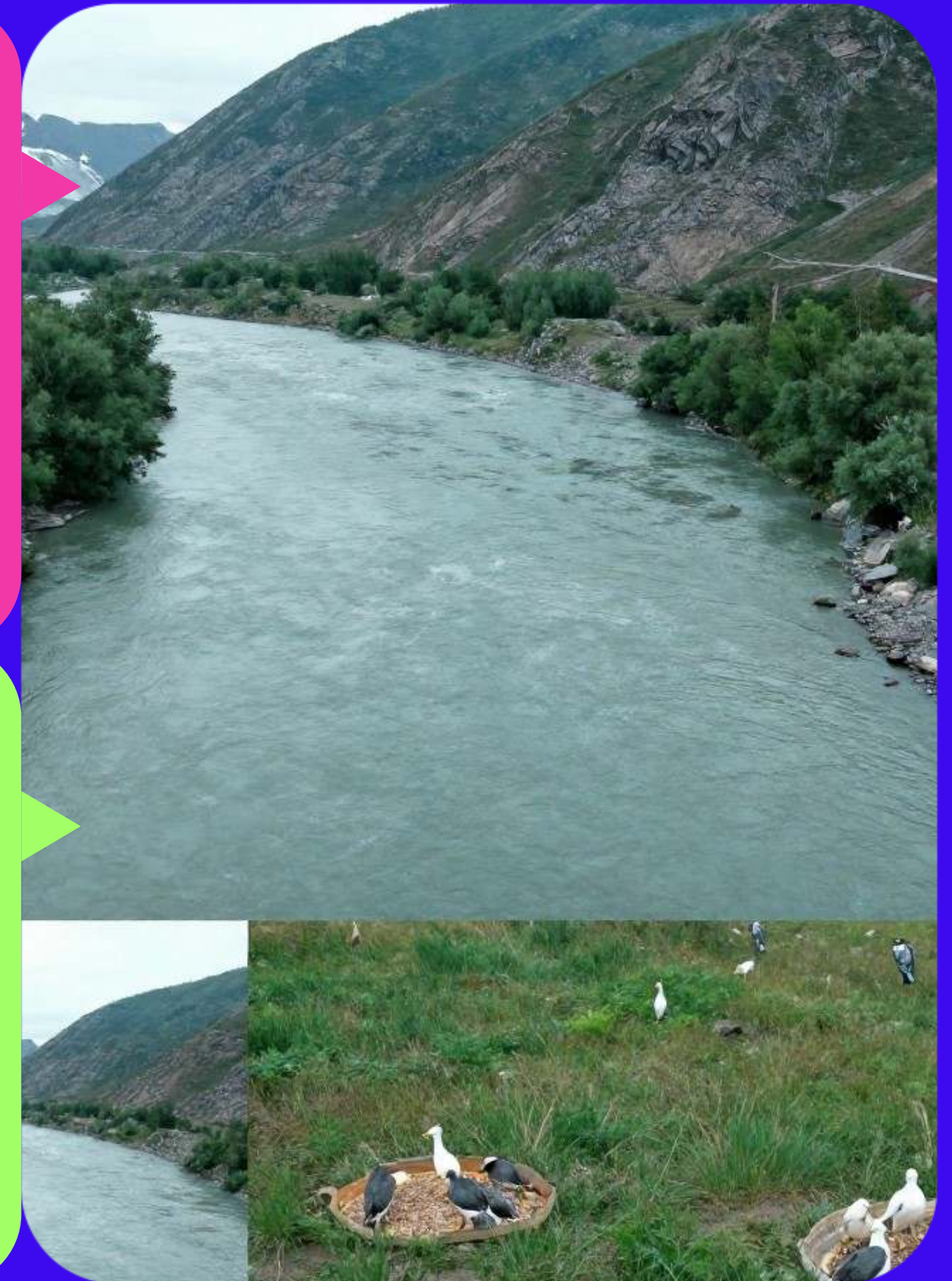
Поведенческая и временная

Различия в брачных сигналах, поведении и времени размножения мешают особям находить подходящего партнёра в пределах одной территории.

04

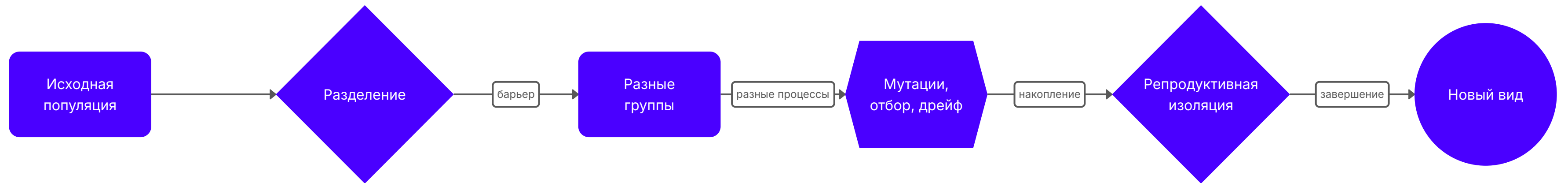
Накопление расхождений

Чем дольше длится разобщение, тем сильнее расходятся частоты генов, и тем труднее популяциям снова объединиться.



Стадии видообразования

Схема показывает постепенное накопление различий между изолированными группами



Аллопатрическое видообразование: разделение территорией



Появляется барьер

Река, горный хребет или цепь островов разрывают исходный ареал и ограничивают встречи между особями, поэтому поток генов быстро снижается.



Раздельная эволюция

Случайные изменения и мутации накапливаются отдельно, потому что обмен генами почти прекращён и не выравнивает различия между группами.



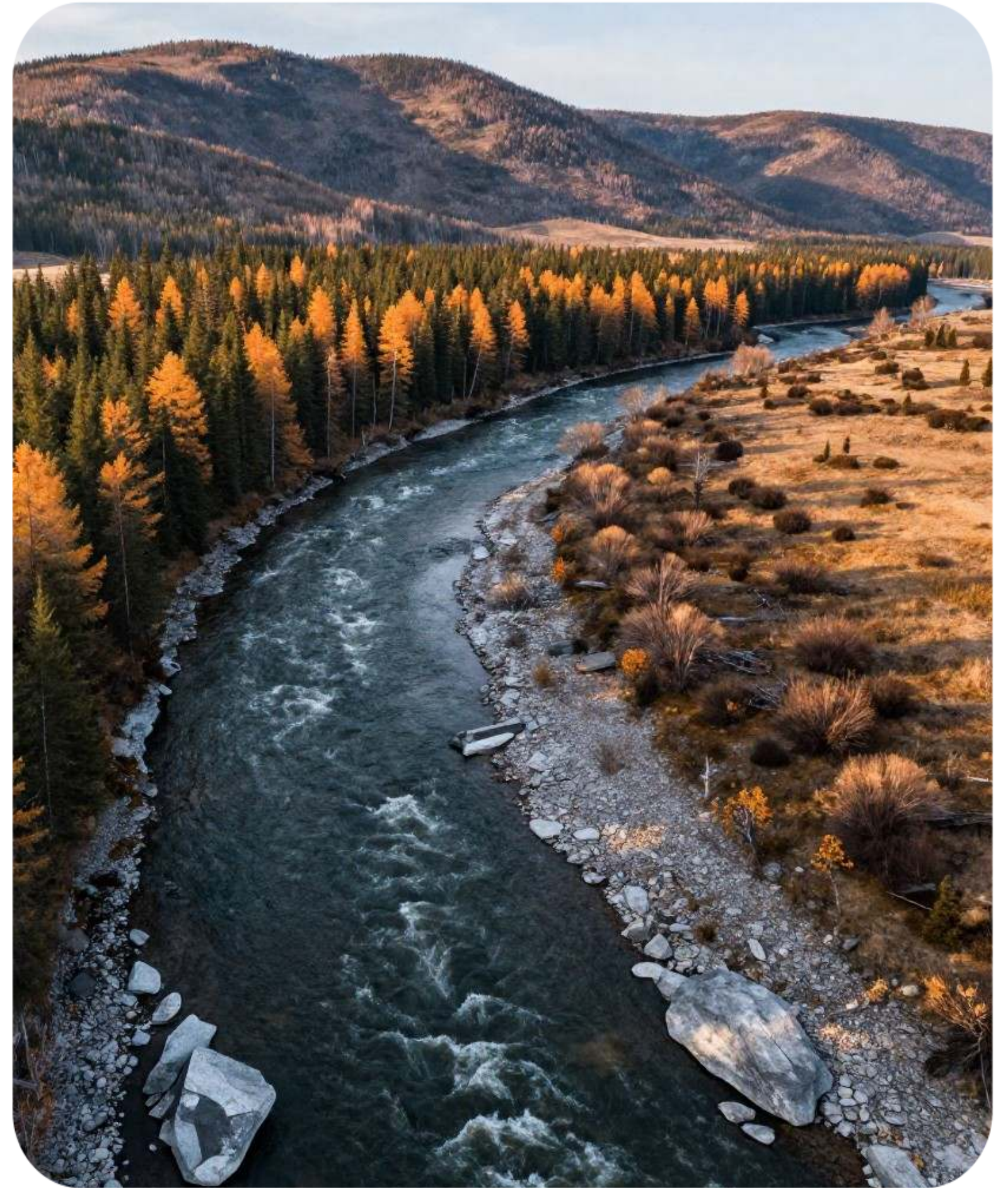
Свои условия

В каждой изолированной части среды действуют свои климат, ресурсы и конкуренты, а значит, отбор поддерживает разные признаки.



Итог расхождения

Если изоляция длится достаточно долго, популяции теряют способность свободно скрещиваться, и формируются два самостоятельных вида.



Карта-схема географического разделения



01

Исходный ареал

Сначала на карте показывают общую область обитания, где одна исходная популяция занимала непрерывный ареал без существенных препятствий.

02

Разделяющая преграда

Затем появляется физический барьер — вода, горы или ледник, — который разделяет пространство и ограничивает передвижение организмов.

03

Две линии развития

После разделения формируются две дочерние популяции: каждая приспосабливается к своим условиям, и различия постепенно усиливаются.

Симпатрическое видообразование внутри одной территории

01

Разные ресурсы

Разные пищевые ресурсы внутри одной территории могут разделить популяцию на группы, которые используют разные экологические ниши и реже сталкиваются друг с другом.

02

Разные сроки

Смещение сроков цветения, нереста или активности уменьшает вероятность скрещивания даже без физического барьера между особями.

03

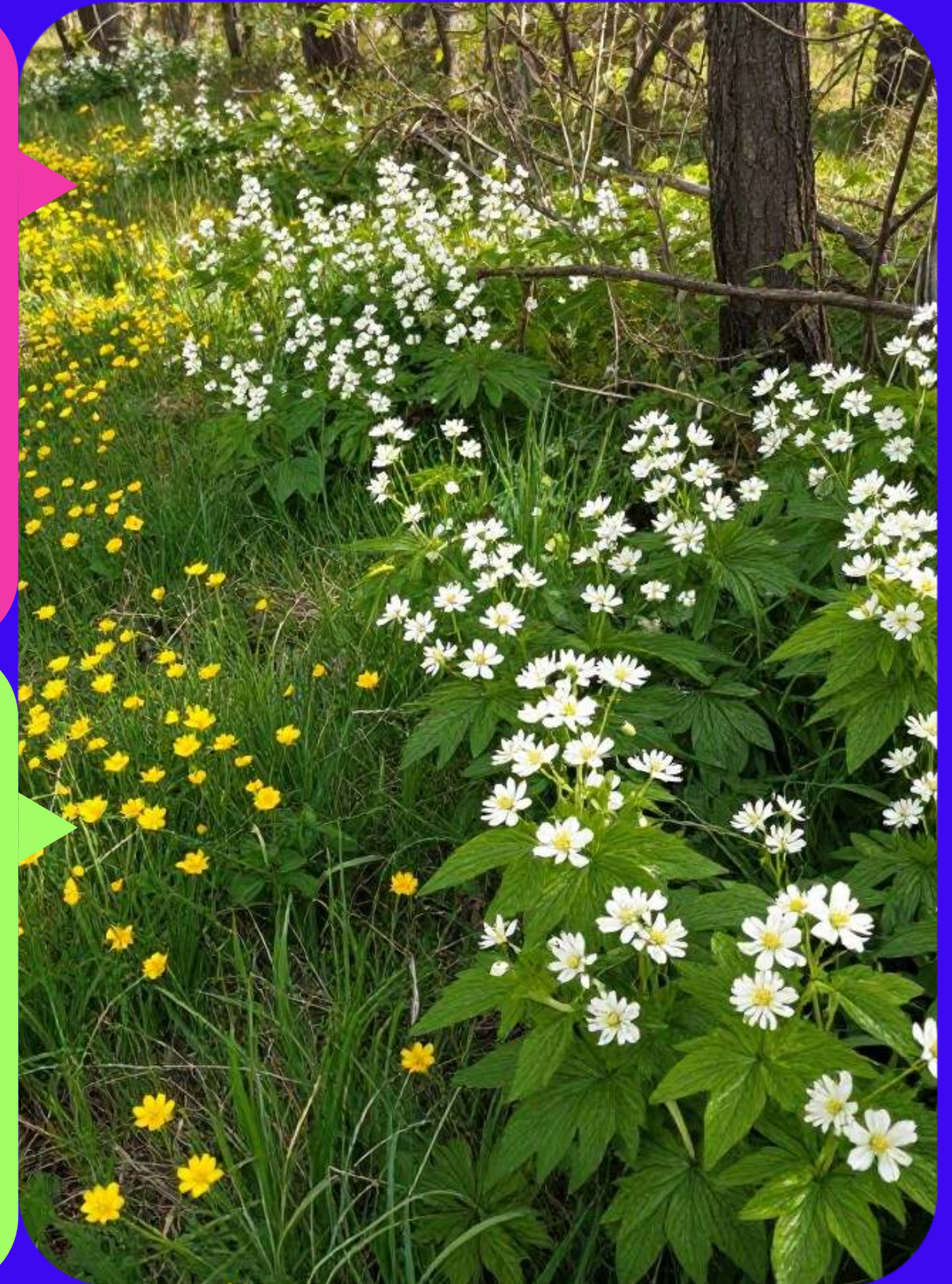
Выбор партнёра

Предпочтение определённых сигналов, запахов или партнёров поддерживает отдельные линии размножения и усиливает поведенческую изоляцию.

04

Полиплоидия

У растений удвоение набора хромосом может сразу создать репродуктивный барьер, поэтому новый вид возникает внутри прежнего ареала.



Четыре силы эволюции

➤ На схеме показано, что разные силы эволюции действуют не одинаково: одни усиливают различия, другие их уменьшают.

➤ Видообразование ускоряется, когда отбор и дрейф усиливают различия, а поток генов остаётся слабым.

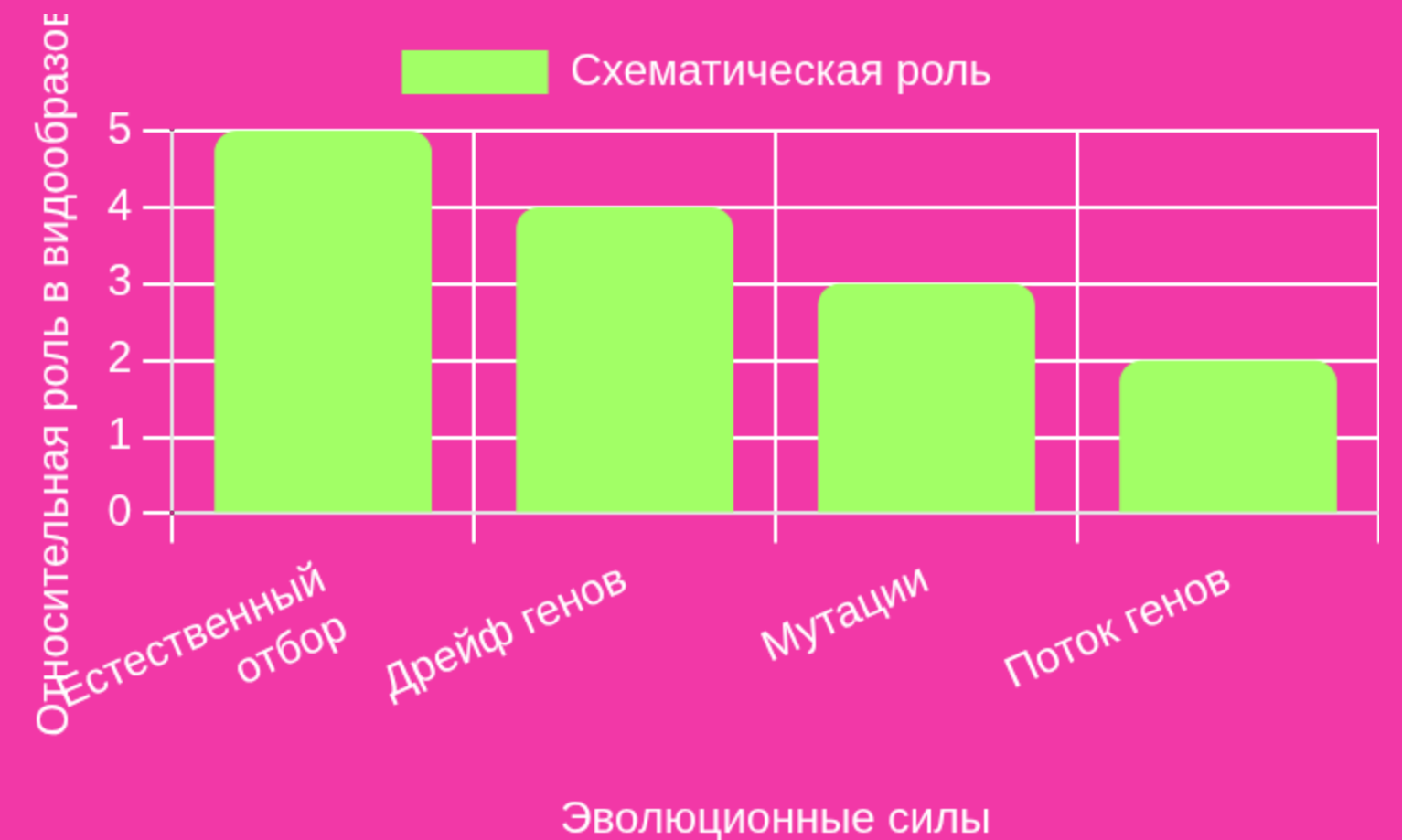
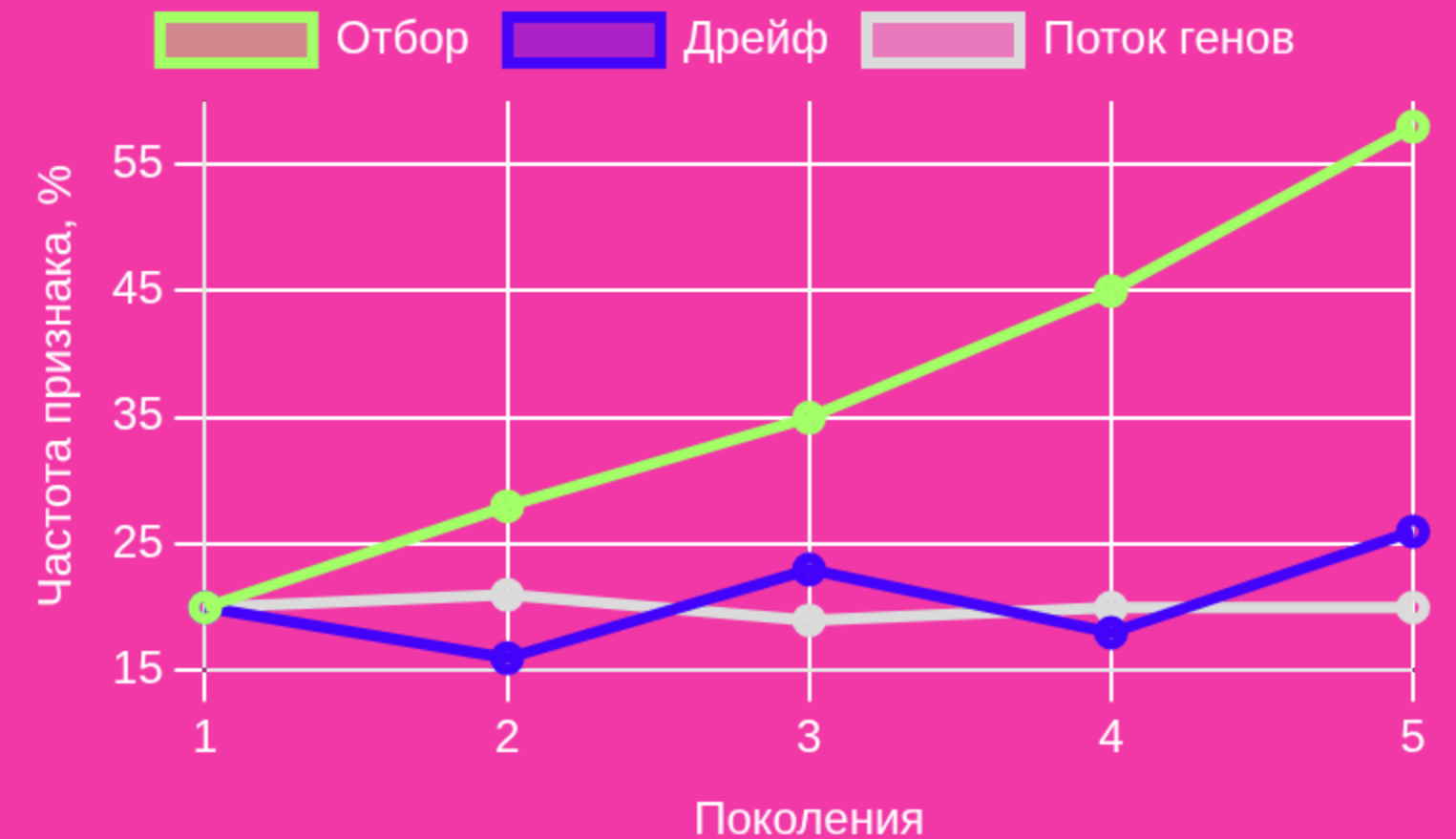


Схема на основе базовых положений популяционной генетики и эволюционной биологии

Как меняются признаки в популяциях

➤ Три сценария показывают разные траектории одного признака при одинаковой исходной частоте: отбор, случайность и смешение генов.

➤ При слабом обмене генами различия нарастают быстрее всего; сильный поток генов удерживает популяции ближе друг к другу.



Схематическая иллюстрация на основе общих закономерностей популяционной генетики.

3 фактора

особенно часто запускают быстрое расхождение признаков: новый корм, хищник или климатический сдвиг.

Обобщение по материалам школьной биологии и эволюционной экологии.

Видообразование особенно вероятно, когда изменения среды идут быстрее адаптации: тогда популяции вынуждены расходиться под разными давлениями отбора.



Репродуктивная изоляция: до и после оплодотворения

До и после оплодотворения действуют разные барьеры, и каждый из них по-своему снижает вероятность получения потомства.

Барьер может возникнуть на любом этапе: от встречи гамет до выживания потомства.

Обобщение по курсу общей биологии.

Этап	Барьеры	Результат
До	До оплодотворения	Скрещивание не происходит
После	После оплодотворения	Гибрид нежизнеспособен

Типы изоляции и примеры

Тип	Пример	Итог
Временная	Разное цветение	Нет встречи гамет
Поведенческая	Разные сигналы	Нет выбора партнёра
Постзиготическая	Стерильные гибриды	Потомство не размножается



Примеры помогают увидеть, что изоляция может быть связана с календарём, поведением, строением или несовместимостью потомства.



Разные барьеры часто действуют вместе, поэтому изоляция усиливается постепенно.

Обобщение по курсу общей биологии.

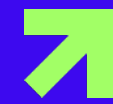


Почему растения и насекомые часто видообразуются быстрее



Полиплоидия у растений

У растений удвоение числа хромосом может сразу отделить новую линию от исходной популяции. Такой скачок часто делает скрещивание с родительской формой затруднённым или невозможным.



Быстрая специализация

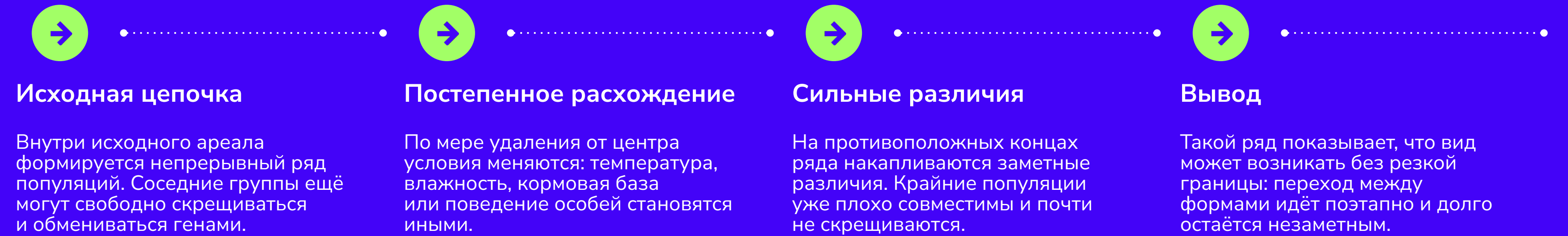
У насекомых смена кормового растения, сроков активности или брачных сигналов быстро разделяет группы даже на одной территории. В результате сокращается обмен генами и закрепляются различия.



Разделение ниш

У рыб и некоторых насекомых новые формы нередко связаны с выбором нерестилища, хозяина или партнёра. Когда предпочтения расходятся, популяции начинают эволюционировать независимо.

Кольцевые виды как доказательство постепенности



Дарвиновы вьюрки: адаптация и расхождение



01

1. Разные источники пищи

На разных островах Галапагосов вьюрки сталкивались с разной пищей: семенами, насекомыми, кактусами. Отбор закреплял клювы, лучше подходящие к конкретному ресурсу.

02

2. Изоляция и отбор

Изоляция между островами уменьшала обмен генами, поэтому небольшие различия не размывались. Каждая популяция шла собственным эволюционным путём.

03

3. Расхождение линий

Со временем накопились устойчивые различия в размере и форме клюва, а также в поведении. Это создало основу для появления нескольких близких видов.

Как учёные проверяют гипотезы о видообразовании



Генетическое родство

Сравнение последовательностей ДНК показывает, насколько близки популяции и когда их линии начали расходиться. Это позволяет проверять, связано ли различие с общим предком.



Проверка изоляции

Наблюдения за скрещиванием и выбором партнёра помогают понять, существуют ли реальные барьеры для обмена генами. Важны как природные популяции, так и экспериментальные пары.



Геномные различия

Полные геномные сравнения выявляют участки, где отбор действовал особенно сильно. Так учёные связывают изменения в генах с экологией и репродуктивным барьером.

Типичные ошибки и мифы



Не за один шаг

Новый вид не появляется мгновенно: обычно этому предшествуют длительные изменения в популяциях. Быстрые случаи редки и тоже требуют накопления барьеров.



Не все одинаковы

Популяции одного вида не обязаны быть одинаковыми. Даже внутри вида есть наследственные различия, связанные с местными условиями и историей расселения.



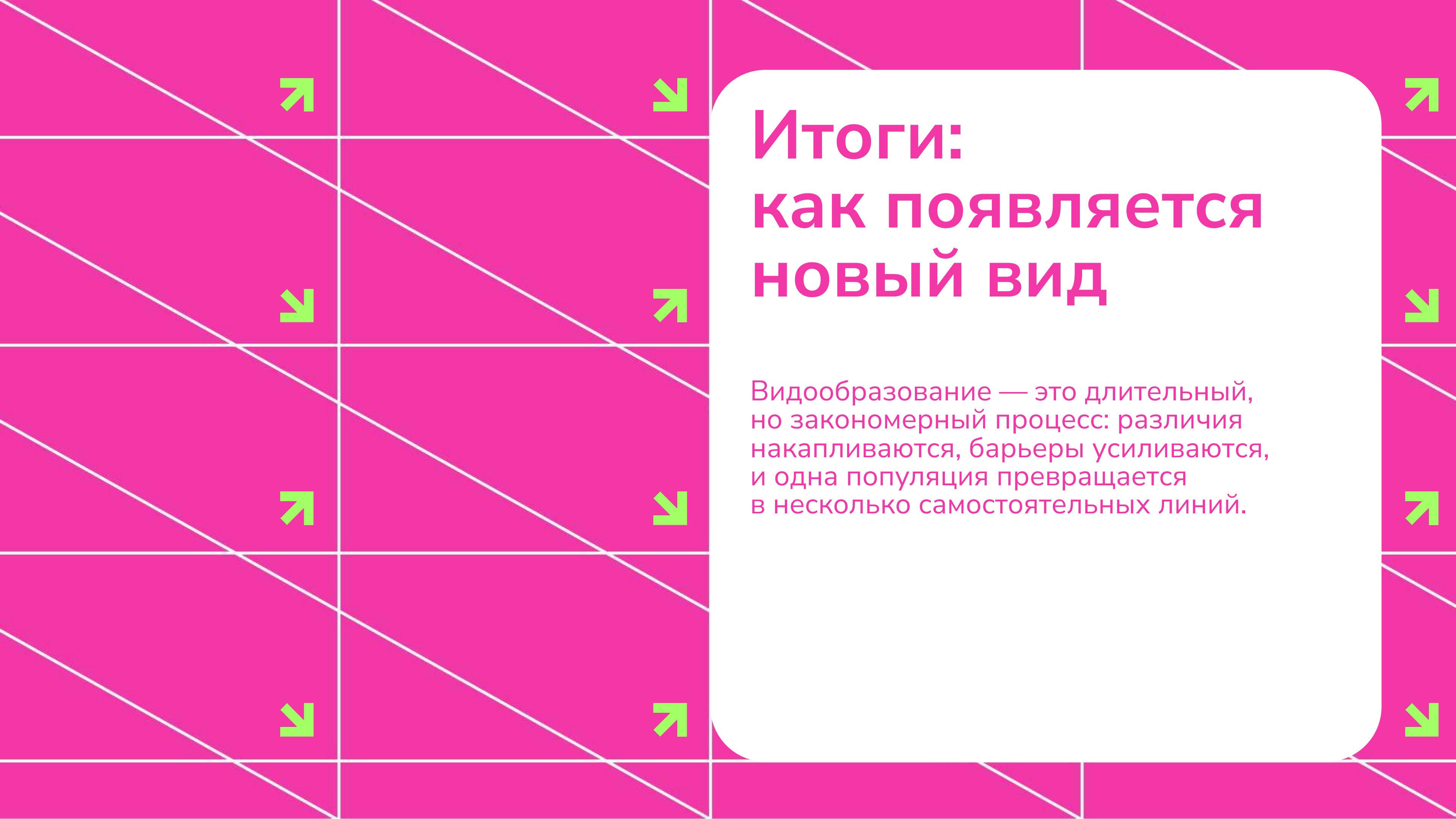
Не одна мутация

Одна мутация почти никогда не создаёт вид сама по себе. Обычно нужны несколько изменений, а также отбор, дрейф и изоляция.



Не всегда медленно

Видообразование чаще занимает много поколений, но может ускоряться при сильной изоляции или резкой смене среды. Темп процесса зависит от обстоятельств.



Итоги: как появляется НОВЫЙ ВИД

Видообразование — это длительный, но закономерный процесс: различия накапливаются, барьеры усиливаются, и одна популяция превращается в несколько самостоятельных линий.