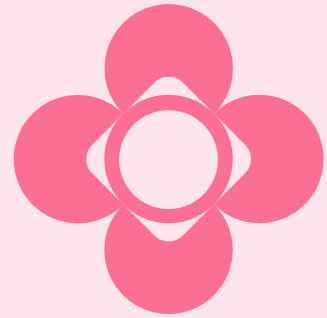
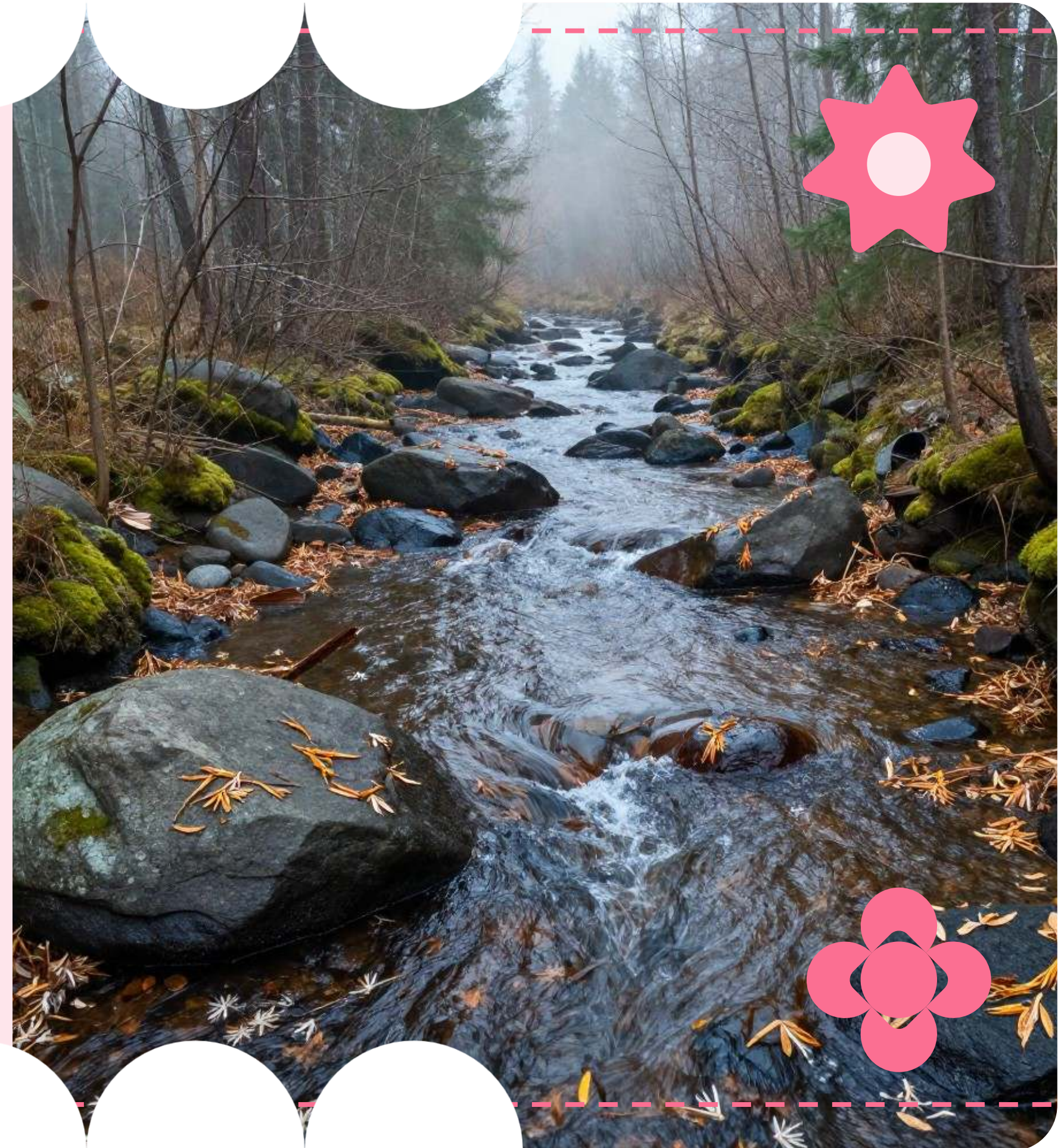




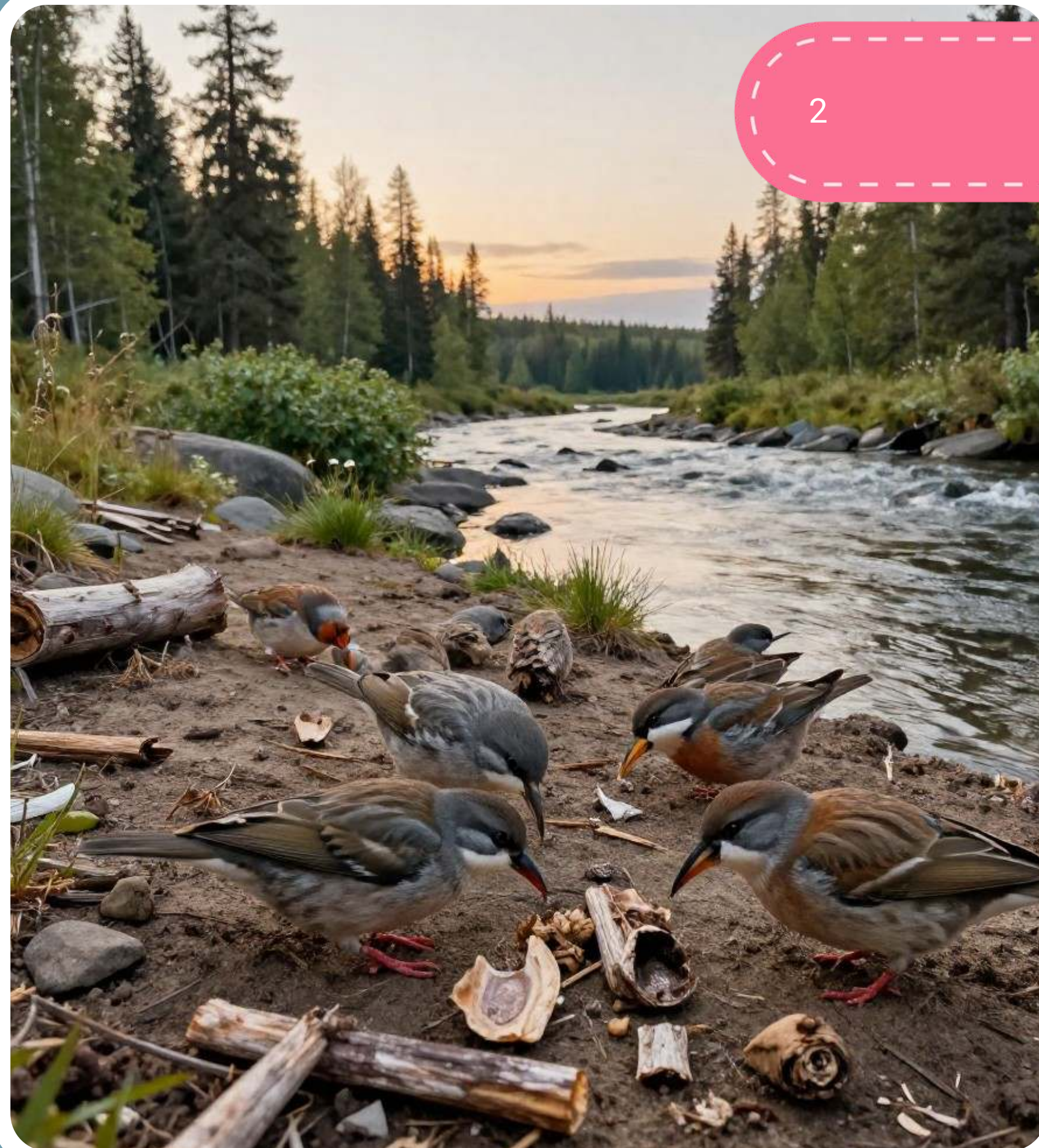
Движущие и направляющие факторы эволюции

Как изменения в популяциях
получают направление.



Эволюция как изменение популяций

Эволюция — это изменение наследственных признаков в популяциях из поколения в поколение. В современной биологии ее объясняют совместным действием отбора, мутаций, дрейфа, миграции и среды.



Ключевые термины и смысл темы

3

01

Движущие факторы

Движущие факторы создают наследственную изменчивость и делают возможным появление новых вариантов признаков, которые затем может «оценить» отбор в конкретной среде.

02

Направляющие факторы

Направляющие факторы не создают признаки с нуля, а меняют частоты аллелей, усиливая одни варианты и ослабляя другие в данных условиях.

03

Что такое популяция

Популяция — это группа особей одного вида, свободно скрещивающихся между собой и относительно изолированных от других таких групп.

04

Смысл приспособленности

Приспособленность означает не силу или размер, а вклад в число жизнеспособных и плодовитых потомков.

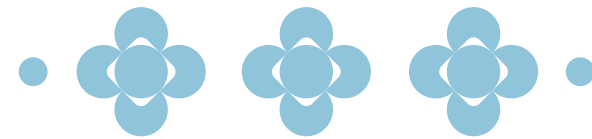
Почему эволюция не означает прогресс

4



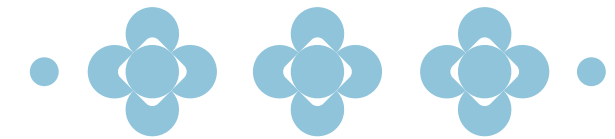
Нет конечной цели

Эволюция не ведет к заранее заданному «совершенству»: она не имеет цели и не выбирает один универсально лучший путь развития.



Зависимость от среды

Полезность признака всегда зависит от среды: то, что помогает в одних условиях, может стать нейтральным или вредным в других.

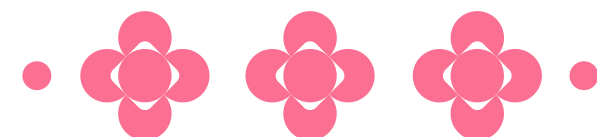
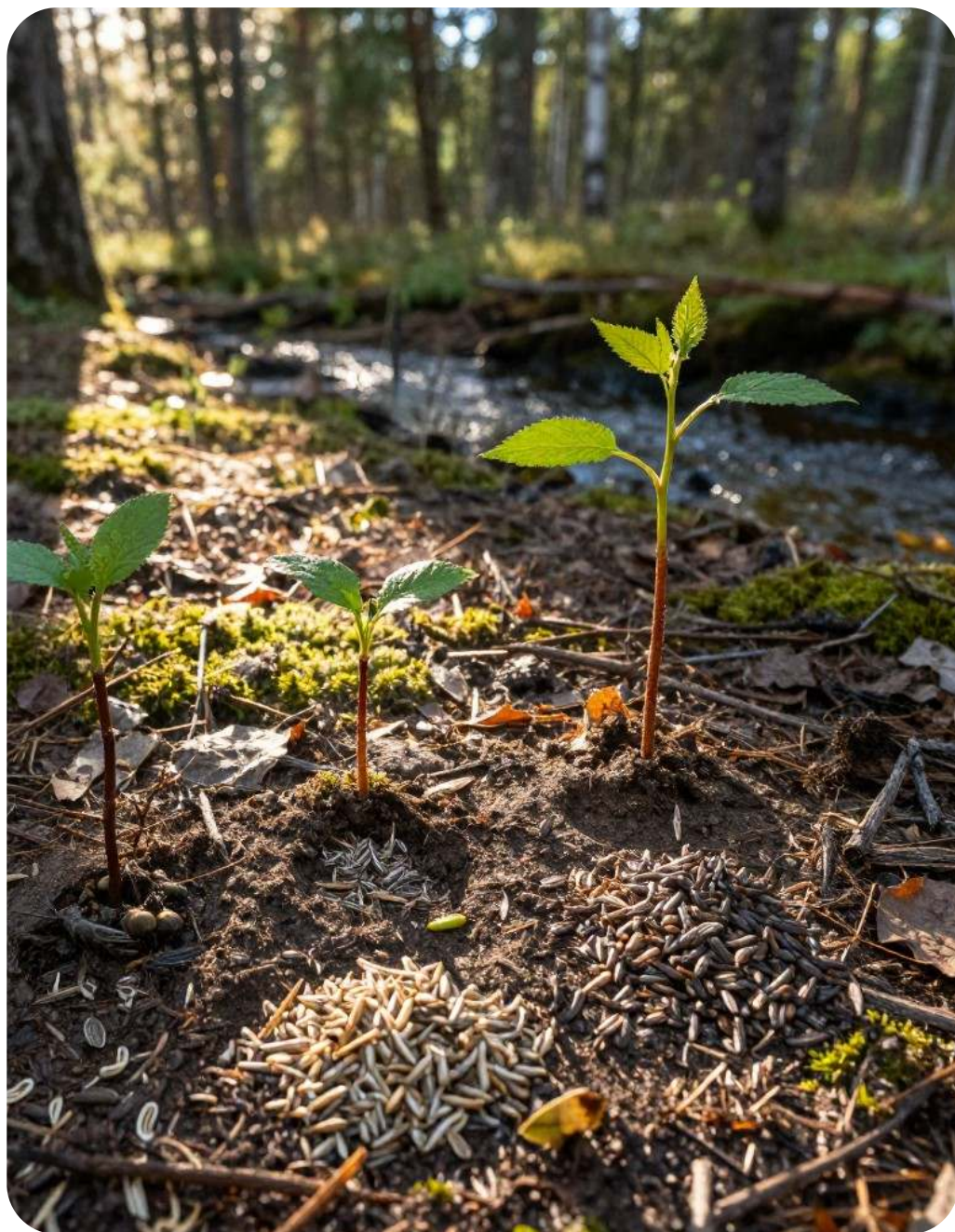


Критерий успеха

Сохраняются не самые «продвинутые» формы, а те, которые оставляют больше жизнеспособного потомства в конкретной популяции.

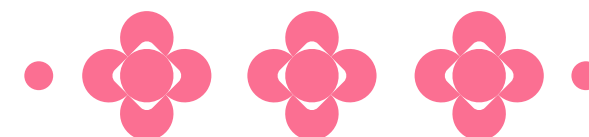
Дарвин и естественный отбор

5



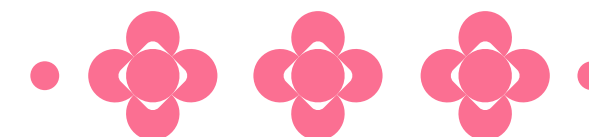
Наблюдение Дарвина

Дарвин показал, что в природе всегда есть наследственная изменчивость и избыток потомков, тогда как ресурсы ограничены. Это создает условия для отбора.



Механизм отбора

Естественный отбор сохраняет особей, чьи признаки повышают выживание и размножение. Именно так изменения становятся направленными, а не случайными.



Современный взгляд

Современное объяснение объединяет дарвиновскую идею с генетикой: отбор действует на наследуемые различия, а не на любые приобретенные особенности.

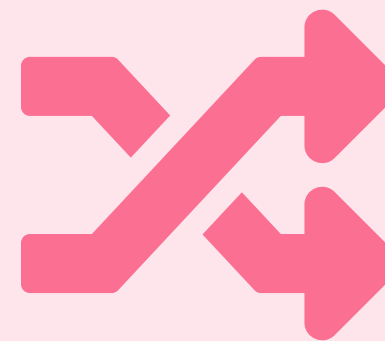
Источники наследуемых различий

6



Новые аллели

Мутации создают новые аллели и запускают появление вариантов, которых раньше в популяции не было. Без этого источника отбору просто не на что было бы действовать.



Новые сочетания

Рекомбинация в мейозе соединяет уже имеющиеся аллели в новых комбинациях. Благодаря этому потомки наследуют не копию, а уникальный набор признаков.



Наследуемость признаков

Если признак не наследуется, он не закрепляется в поколениях. Поэтому для эволюции важно не только появление изменений, но и их передача потомству.



10^{-8}

мутаций обычно приходится
на один нуклеотид за поколение.

У бактерий спонтанные мутации возникают значительно чаще, чем у многоклеточных, поэтому устойчивые к антибиотикам варианты появляются быстрее.

National Human Genome Research Institute,
DNA Mutations; обзорные материалы
по мутационным частотам у бактерий
и эукариот.

Рекомбинация и наследование признаков

8

01

Кроссинговер

Кроссинговер обменивает участки между гомологичными хромосомами, поэтому в одной гамете оказываются новые сочетания аллелей, которых не было ни у одного из родителей.

02

Независимое расхождение

Независимое расхождение хромосом в мейозе распределяет материнские и отцовские хромосомы случайно, резко увеличивая число возможных генетических комбинаций.

03

Случайное оплодотворение

Случайное оплодотворение соединяет две разные гаметы, поэтому даже дети одной пары могут унаследовать существенно разные сочетания признаков.

Борьба за существование и адаптация

9



Ограниченные ресурсы

В природе ресурсы ограничены, а особей рождается больше, чем может выжить. Поэтому между организмами неизбежно возникает конкуренция за пищу, пространство и партнеров.



Разный репродуктивный успех

Разные фенотипы выживают и размножаются неодинаково. Те признаки, которые повышают успех в конкретной среде, чаще передаются следующему поколению.



Формирование адаптации

Адаптация — это признак, который повышает приспособленность здесь и сейчас. Он не появляется «по замыслу», а сохраняется отбором, если действительно помогает размножению.

Дрейф генов: случайность в эволюции

10

01

Случайные сдвиги

В малой популяции случай может быстро изменить частоты аллелей, даже если признак не дает преимущества и не ухудшает выживание.

02

Фиксация вариантов

Из-за дрейфа полезный вариант может исчезнуть, а нейтральный — закрепиться, особенно если численность резко сокращается.

03

Эффект основателя

Когда несколько особей образуют новую колонию, в ней оказывается лишь часть исходного генофонда, и это меняет дальнейшую эволюцию.

04

Роль случайности

Такие различия могут возникнуть без отбора, поэтому эволюция никогда не сводится только к «полезности» признаков.



Эффект основателя на примере островной популяции

11

Заселение острова

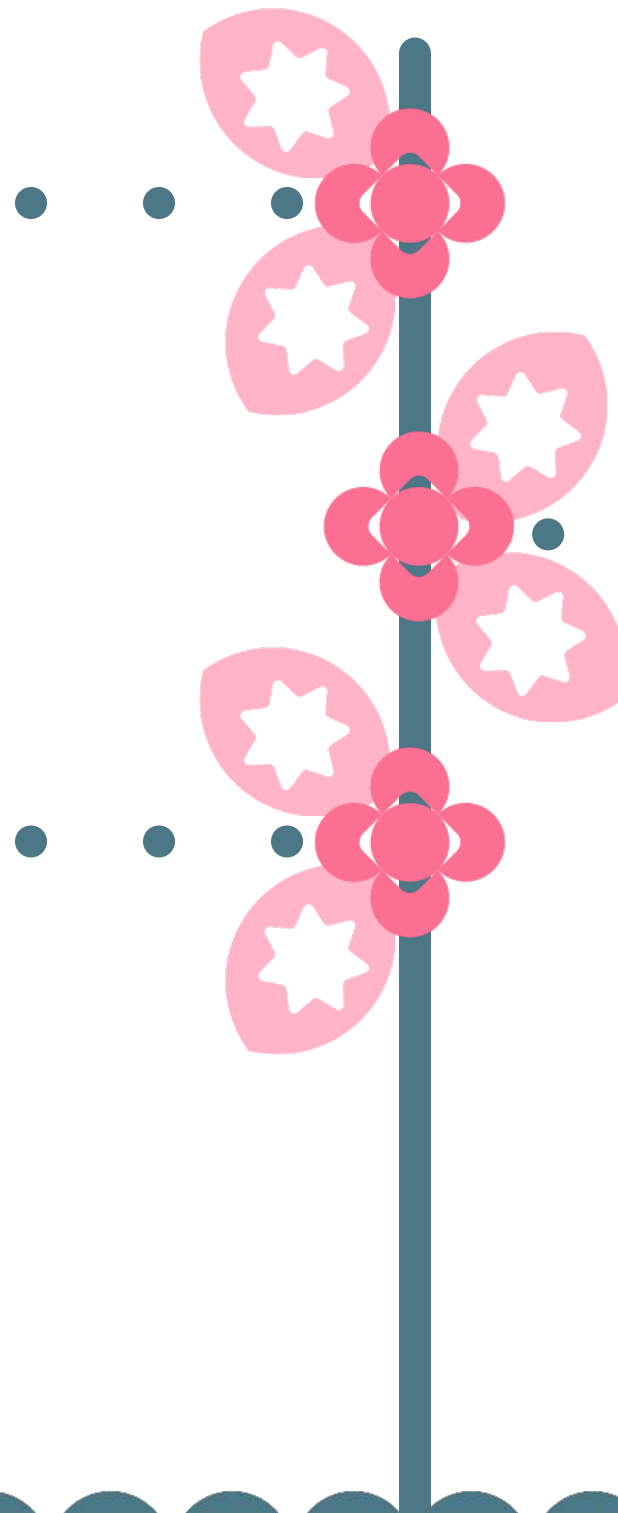
Небольшая группа птиц покидает исходную территорию и случайно уносит лишь часть аллелей. Новая популяция начинается с ограниченного генетического набора.

Закрепление различий

Через несколько поколений островная популяция заметно отличается от материковой. Различия возникают из-за малого числа основателей и последующей изоляции.

Случайный отбор аллелей

На острове выживают и размножаются потомки тех вариантов, которые оказались в стартовой группе. Даже без сильного отбора частоты признаков постепенно смещаются.



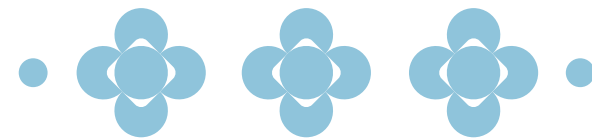
Поток генов: сближение и обновление популяций

12



Обмен генами

Миграция переносит аллели между популяциями, поэтому их генофонды не остаются полностью разобщёнными. Чем интенсивнее обмен особями, тем слабее расхождение между группами.



Появление новых вариантов

Поток генов может приносить новые варианты признаков, которые ранее отсутствовали в популяции. Если они повышают приспособленность, среда может быстро закрепить их отбором.



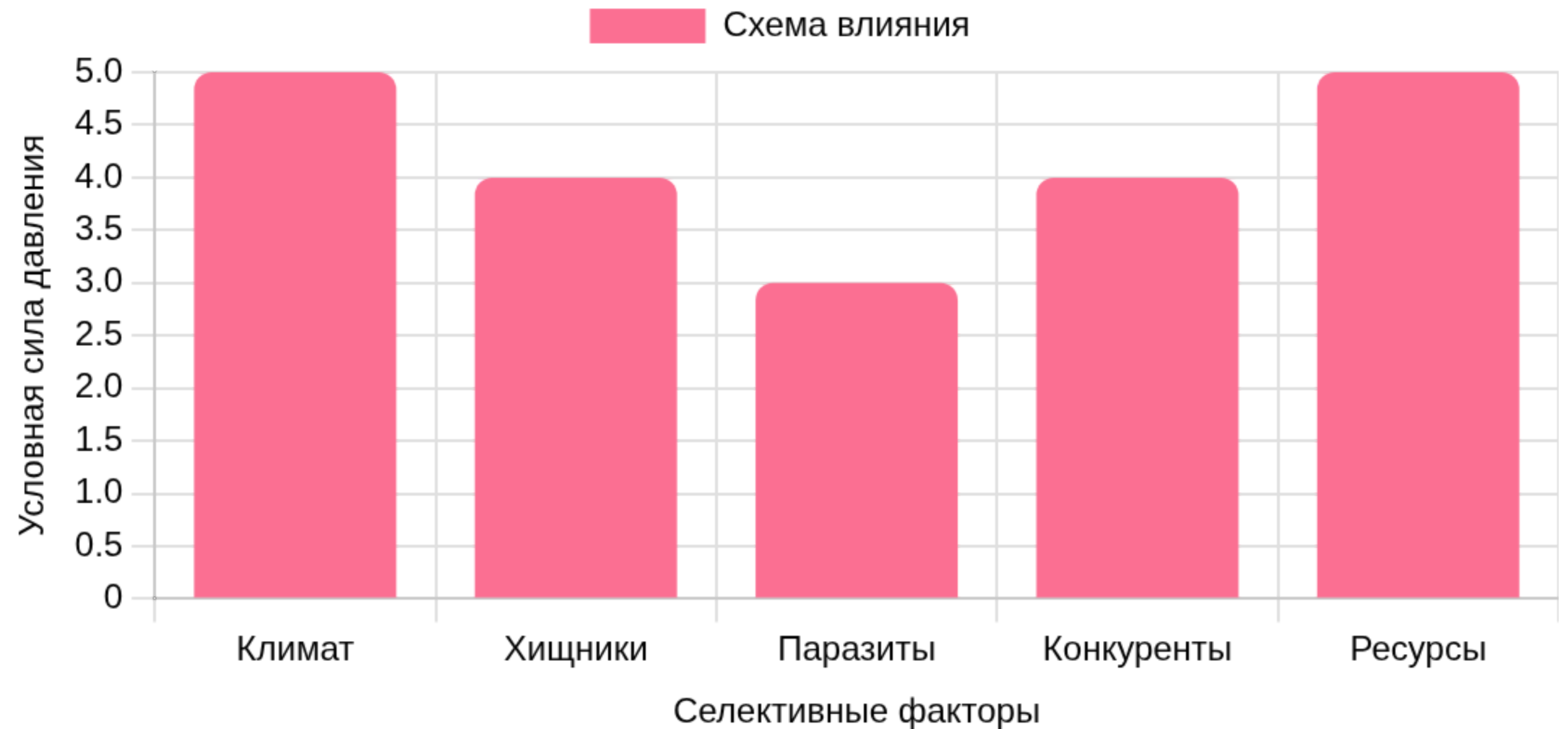
Баланс влияния

Сильный обмен генами иногда тормозит локальную адаптацию, потому что постоянно «размывает» различия между популяциями. Поэтому его эффект зависит от условий и масштаба миграции.

Как среда задает направление отбора

13

На диаграмме показаны разные селективные давления, с которыми сталкиваются организмы. Их сила меняется от среды к среде и определяет, какие признаки оказываются выгодными.



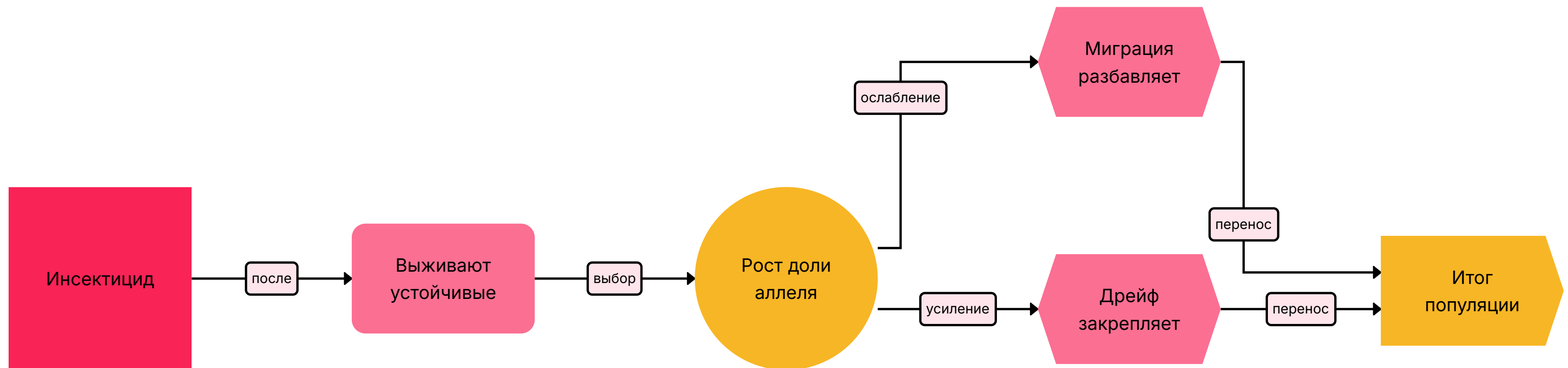
Среда не «задаёт цель» эволюции, а меняет преимущества признаков. Там, где условия различаются, направление отбора также становится разным.

Учебная схема на основе общих принципов естественного отбора

От отбора к изменению популяции

14

Схема показывает, как отбор, случайность и обмен генами меняют частоты аллелей после экологического воздействия.



Микроэволюция и макроэволюция

15



Микроэволюция

Изменения начинаются внутри одной популяции: меняются частоты аллелей, появляются новые сочетания признаков, повышается или снижается приспособленность отдельных особей в конкретных условиях среды.



Накопление различий

Если такие сдвиги накапливаются долго, линии расходятся всё сильнее. Со временем это может привести к формированию новых видов и более крупных эволюционных различий.



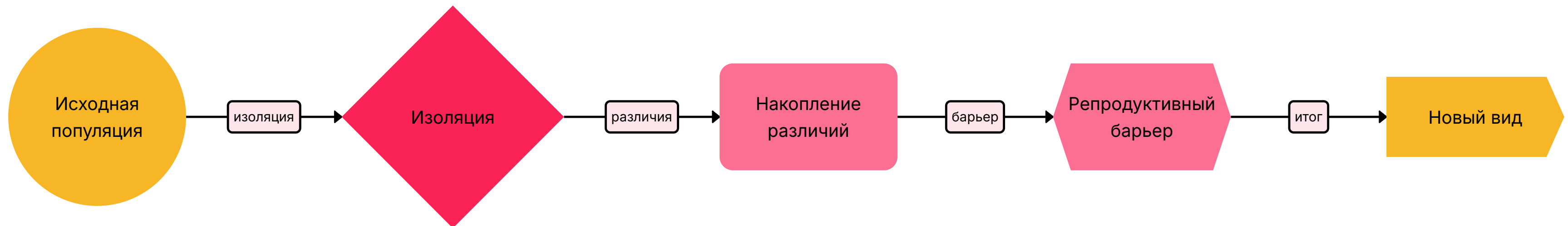
Единый процесс

Макроэволюция не противоречит микроэволюции: она строится из множества малых изменений. Разница между ними — в масштабе времени, уровне организации и итоговом эффекте.

Путь к образованию новых видов

16

Схема иллюстрирует, как географическая, экологическая или поведенческая изоляция приводит к расхождению популяций.



Основные доказательства эволюции

17

Сводная таблица показывает, какие типы данных подтверждают эволюцию. Каждый из них отражает свой уровень анализа, но все вместе дают согласованную картину происхождения и изменения видов.

Доказательство	Что показывает
Ископаемые	Последовательность форм
Биогеография	Уникальность фаун
Гомологии	Общее происхождение
Молекулярные данные	Сходство ДНК

Разные источники независимы, но согласуются между собой. Это делает вывод об эволюции надёжным и многократно проверенным.

Сравнительный анализ данных палеонтологии, биогеографии, анатомии и молекулярной биологии

Типичные заблуждения и точные формулировки

18

01

Ошибка Ламарка

Ламарк связывал изменения организмов с прямым «упражнением» органов и наследованием приобретённых признаков. Современная биология показывает, что наследуются не тренировки, а генетические изменения.

02

Точнее про отбор

Фраза «выживает самый сильный» слишком груба. Важно не физическое превосходство, а то, насколько признак помогает выжить и оставить потомство именно в данной среде.

03

Без заданной цели

Эволюция не движется к заранее заданному совершенству. Она сохраняет то, что работает здесь и сейчас, поэтому один и тот же признак может быть выгодным или бесполезным.

Памятка по теме

19



Откуда берутся различия

Источник наследуемых различий — мутации и рекомбинация. Они создают материал, из которого отбор и другие факторы затем формируют особенности популяции.



Не путать функции

Движущие и направляющие факторы нельзя смешивать: одни создают варианты, другие меняют их частоты. В учебной теме важно различать происхождение признака и его судьбу в популяции.



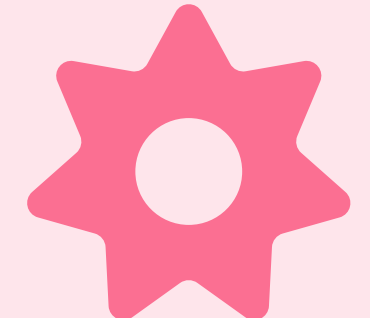
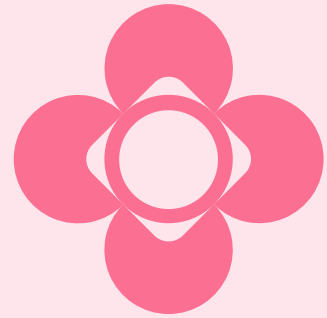
Роль случайности и обмена

Генетический дрейф особенно заметен в малых популяциях, а поток генов связывает разные группы. Оба процесса могут усиливать или ослаблять действие отбора.



Что именно меняется

Эволюция всегда описывается через популяцию, а не через отдельную особь. Значит, главный результат — изменение частот аллелей во времени.



Главный вывод

Эволюцию не «толкает» одна сила: наследственная изменчивость даёт материал, а отбор, дрейф и поток генов формируют итог. Направление всегда задают реальные условия среды и успех размножения.

