



Движущие силы ЭВОЛЮЦИИ

Как меняются виды и возникают приспособления?

Почему это важно

Эволюция объясняет, как популяции меняются во времени, а не отдельные особи. Поняв её движущие силы, можно увидеть, почему одни наследственные признаки сохраняются, а другие исчезают в условиях среды, отбора и изоляции.



Наследственная изменчивость как исходный материал эволюции

Разнообразие генов

Наследственная изменчивость возникает благодаря различиям в генетическом материале особей. Именно она создаёт набор вариантов признаков, из которого естественный отбор может сохранять наиболее успешные сочетания в конкретной среде.

1

Мутации

Мутации меняют структуру генов, хромосом или число хромосом, создавая новые наследственные варианты. Без таких изменений не появлялись бы новые аллели, а значит, эволюция лишилась бы важного источника обновления.

2

Рекомбинация

При половом размножении гены перераспределяются в новые сочетания. Кроссинговер, независимое расхождение хромосом и случайное слияние гамет делают каждого потомка генетически уникальным.

3

Почему это необходимо

Если наследственных различий нет, отбору не из чего выбирать. Тогда состав популяции остаётся почти неизменным, а приспособление к новым условиям становится крайне затруднённым.

4

Источники генетического разнообразия в популяции

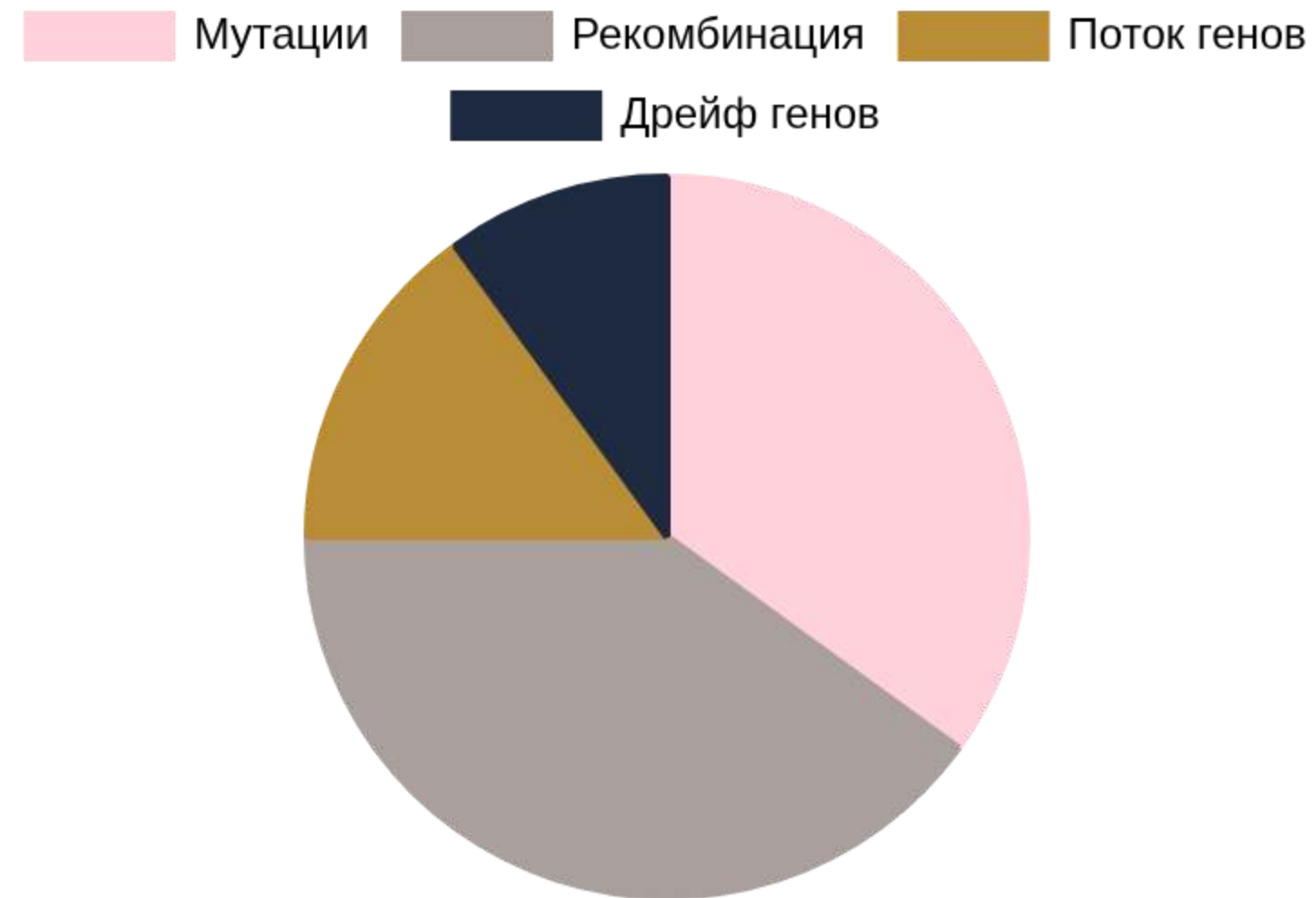


Диаграмма показывает, что разнообразие поддерживается не одним, а несколькими процессами, действующими одновременно и по-разному влияющими на генофонд.

Главный вклад в создание разнообразия дают мутации и рекомбинация, а миграции и дрейф меняют его распределение между популяциями.

Иллюстративная схема по материалам школьного курса биологии

Мутации как источник новых наследственных признаков



Генные изменения

Генные мутации затрагивают последовательность ДНК в пределах одного гена. Они могут менять строение белка и тем самым влиять на признак, иногда почти незаметно, а иногда очень существенно.



Внешние и внутренние причины

Мутации возникают спонтанно или под действием мутагенов: ионизирующего излучения, ультрафиолета, некоторых химических веществ и биологических факторов. Воздействие не всегда приводит к заметному эффекту, но повышает риск изменений.



От случайности к отбору

Большинство мутаций нейтральны или вредны, однако редкие полезные изменения могут дать преимущество в конкретной среде. Если носители таких признаков оставляют больше потомства, мутация постепенно распространяется в популяции.

Рекомбинация и половое размножение усиливают наследственное разнообразие



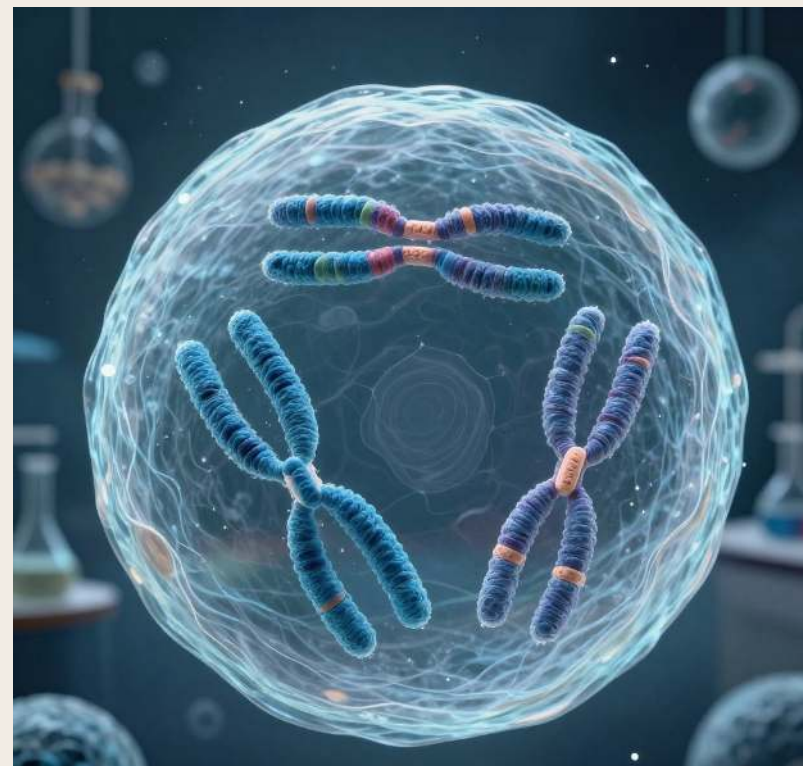
Кроссинговер

В профазе I мейоза гомологичные хромосомы обмениваются участками. Этот процесс создаёт новые сочетания аллелей в пределах одной хромосомы и увеличивает число возможных наследственных комбинаций.



Независимое расхождение

При мейозе хромосомы расходятся в гаметы случайным образом. Поэтому даже при одинаковых родителях образуются разные наборы хромосом, а потомки получают неповторимый генотип.



Случайное оплодотворение

При слиянии гамет соединяются две независимые наследственные линии. Вероятность того, что две гаметы будут одинаковыми по набору генов, крайне мала, и это резко увеличивает разнообразие потомства.



Значение пола

Половое размножение многократно расширяет число вариантов генов в популяции. Благодаря этому отбору доступно больше сочетаний признаков, а приспособление к изменяющейся среде идёт эффективнее.

Борьба за существование как условие действия отбора

Ограниченность ресурсов

В природе пищи, воды, света, убежищ и пространства всегда меньше, чем нужно всем особям. Поэтому между организмами неизбежно возникает конкуренция, от которой зависит выживание и размножение.

Внутривидовая конкуренция

Особо острой бывает борьба между особями одного вида, потому что им нужны одинаковые ресурсы. Именно здесь различия в наследственных признаках сильнее всего влияют на успех.

Действие факторов среды

На организмы постоянно воздействуют хищники, паразиты, возбудители болезней, холод, засуха и другие неблагоприятные условия. Эти факторы отбирают не случайных, а наиболее приспособленных особей.

Разные пути выживания

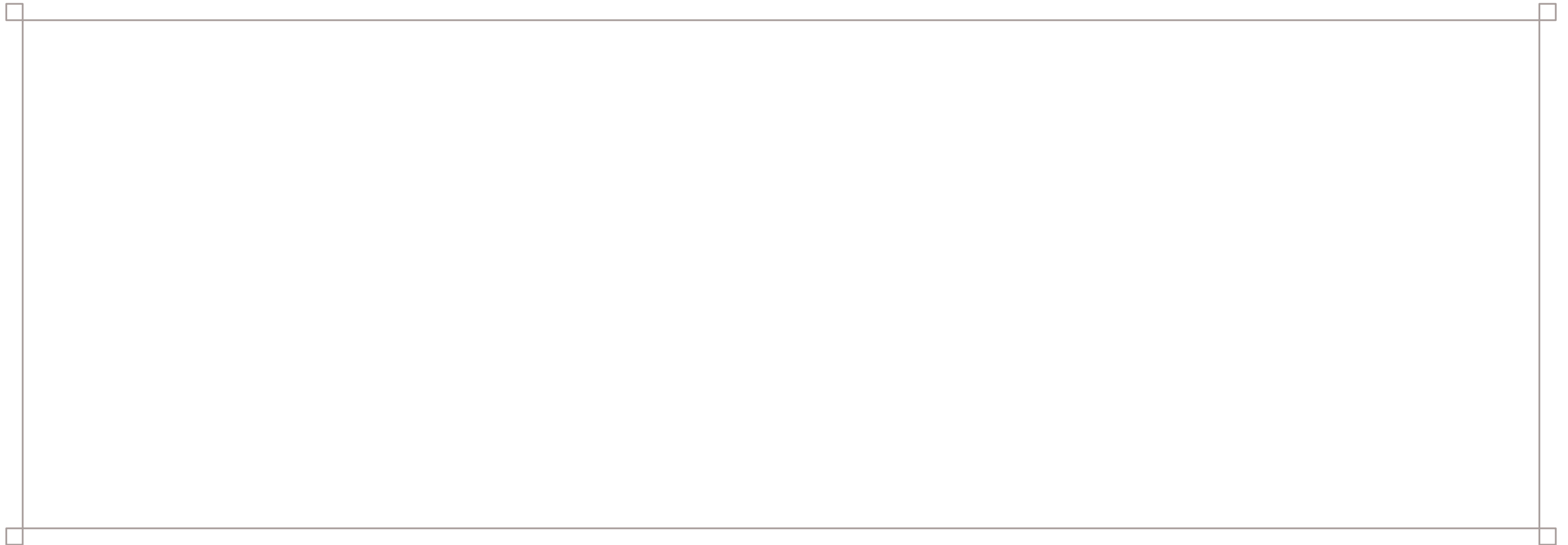
Одни признаки помогают лучше добывать пищу, другие — скрываться, третьи — переживать неблагоприятный сезон. В каждой среде преимущества получают те наследственные особенности, которые работают именно здесь.

Отбор как следствие

Борьба за существование не является самим отбором, но создаёт его необходимость. Там, где выживает не каждый, различия между особями превращаются в эволюционно значимые преимущества.

Как действует естественный отбор

Схема показывает, как наследственные различия приводят к изменению популяции и её приспособленности.



Формы естественного отбора и их биологическое значение

1

Стабилизирующий отбор

Он сохраняет среднее значение признака и устраняет крайние варианты. Такой отбор особенно важен в относительно постоянной среде, где уже найдено удачное сочетание свойств.

3

Разрывающий отбор

Он поддерживает крайние варианты признака и ослабляет промежуточные. Это повышает различия внутри популяции и может стать шагом к её последующему расхождению.

2

Движущий отбор

Он сдвигает норму признака в одну сторону, если условия среды заметно меняются. В результате популяция постепенно приобретает новый оптимум, лучше соответствующий обновлённой обстановке.

4

Эволюционное значение

Разные формы отбора не просто описывают изменения признаков, а показывают, как среда направляет развитие популяции. Их действие можно увидеть в устойчивости бактерий, окраске насекомых и особенностях размножения млекопитающих.

Половой отбор и успех размножения



Внешние признаки

Яркое оперение, крупные рога или другие заметные особенности могут привлекать партнёра. Такие признаки нередко затратны для выживания, но сохраняются, если повышают шанс оставить потомство.



Конкуренция за партнёра

У многих видов особи одного пола соперничают друг с другом за доступ к размножению. Побеждают те, чьи признаки и поведение лучше помогают привлечь партнёра или удержать его.



Сигналы и ритуалы

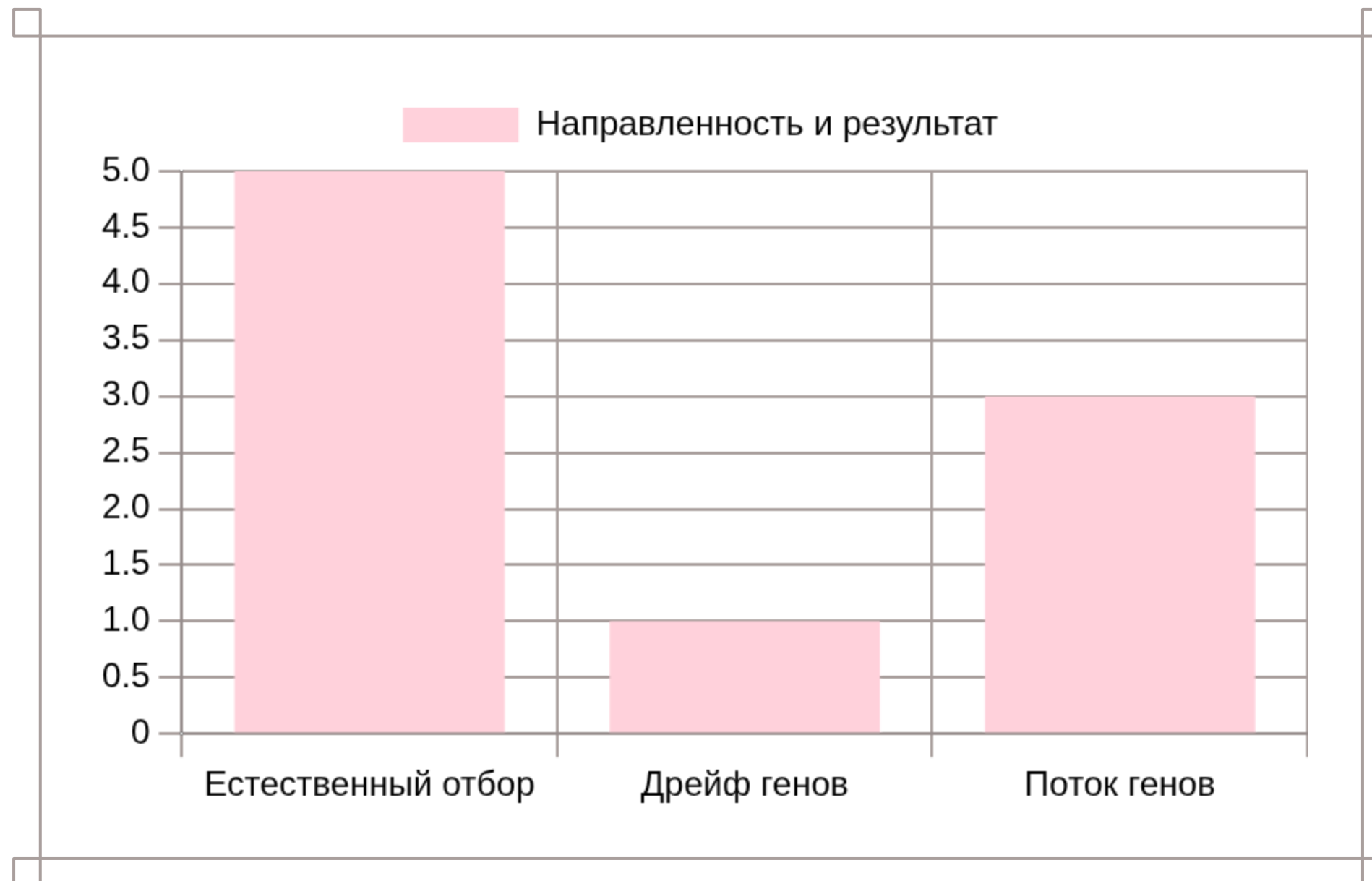
Сложные брачные песни, демонстрационные позы и другие сигналы помогают особям распознать друг друга и выбрать партнёра. В результате успех размножения зависит не только от силы, но и от поведения.



Выбор и наследование

Если определённые признаки повышают репродуктивный успех, они чаще передаются потомству. Так половой отбор может сохранять даже те особенности, которые не улучшают, а иногда и ухудшают выживание.

Случайные и направленные факторы изменения популяций



Первые два фактора обычно меняют генофонд по разным причинам: отбор связан с приспособленностью, а дрейф — с вероятностью и размером популяции.

Отбор повышает адаптацию, дрейф вносит случайность, а поток генов перераспределяет варианты между популяциями, не создавая новых аллелей.

Схематическая оценка по учебному материалу по эволюционной биологии



2

классических эффекта особенно наглядно показывают, как случайность изменяет генетический состав популяций.

Обобщение по курсу общей биологии

Именно два сценария — резкое сокращение численности и заселение новой территории небольшой группой — делают дрейф особенно заметным в природе.

Изоляция как условие расхождения популяций



Пространственные барьеры

Горы, реки, пустыни и моря разрывают ареал вида и уменьшают обмен генами. Чем дольше сохраняется барьер, тем сильнее расходятся наследственные признаки.



Разные условия среды

Даже без физической преграды популяции могут жить в различных нишах: на разных глубинах, в почве или на одном участке, но использовать разные ресурсы.



Поведение и сигналы

Различия в брачных песнях, запахах, ритуалах и времени активности мешают скрещиванию. Такие механизмы особенно важны у животных с тонкой системой распознавания партнеров.



Сроки размножения

Если популяции размножаются в разные сезоны или в разные часы суток, гены почти не смешиваются. Это ускоряет накопление различий и может привести к видообразованию.

Типы изоляции и их эволюционное значение

Тип	Механизм	Итог
Географическая	Барьер	Нет обмена
Этологическая	Разное поведение	Появляется выбор партнёра

Таблица показывает, как разные формы изоляции уменьшают обмен генами и создают условия для накопления различий между популяциями.

Все формы изоляции снижают поток генов; в результате популяции расходятся и со временем могут стать репродуктивно несовместимыми.

Приспособленность и адаптация в эволюции

Критерий успеха

Приспособленность измеряется не силой или размерами организма, а тем, сколько жизнеспособных потомков он оставляет в конкретной среде и в данных условиях конкуренции.

1

Разнообразие адаптаций

К адаптациям относятся маскировка, защитная окраска, строение клюва, устойчивость к холоду, особенности обмена веществ и поведенческие реакции, повышающие выживание и размножение.

2

Отбор полезных вариантов

Естественный отбор сохраняет признаки, которые дают преимущество именно в данной среде. Неблагоприятные варианты уменьшают шансы на размножение и постепенно исчезают.

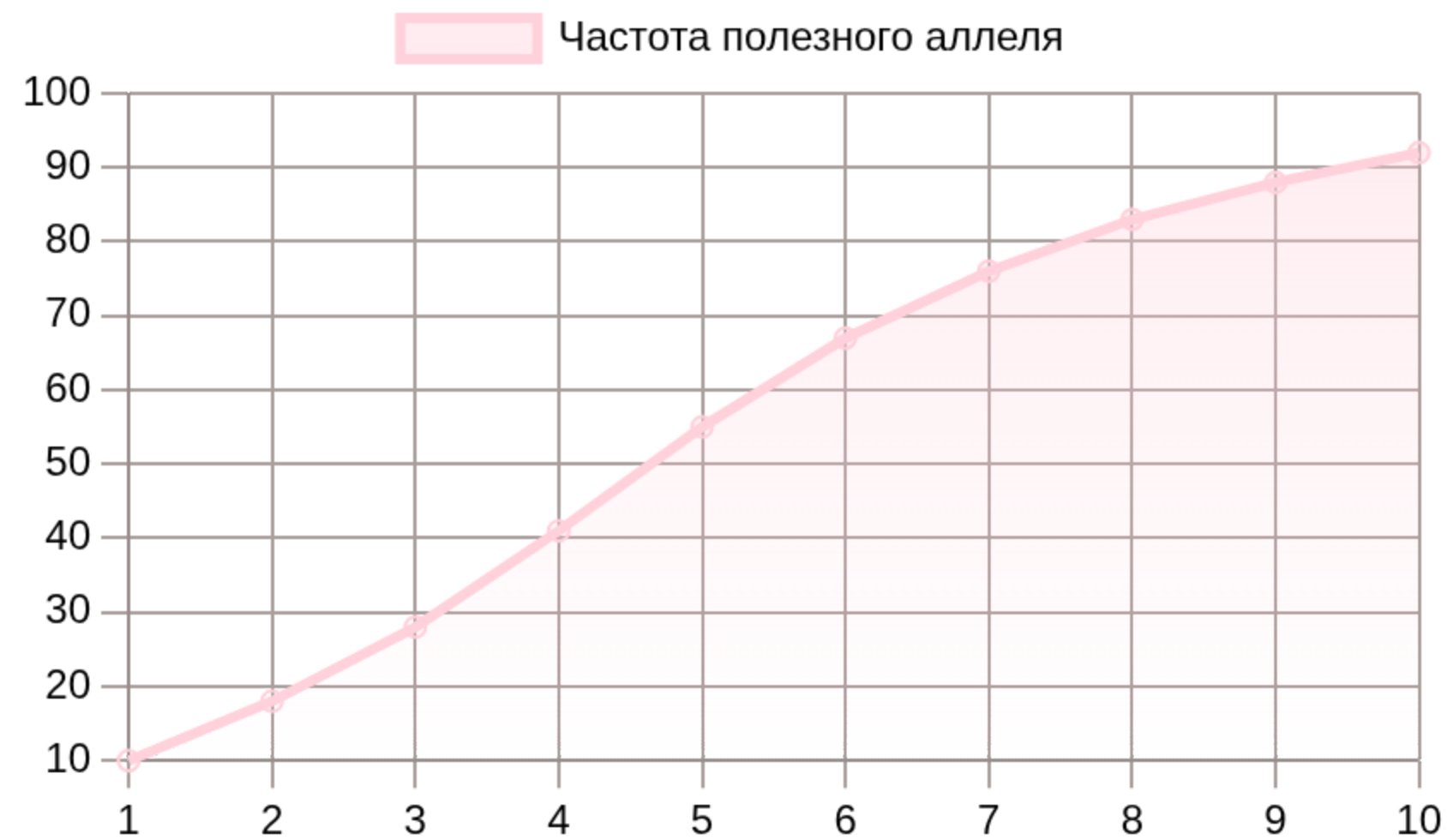
3

Накопление изменений

Со временем полезные наследственные изменения накапливаются в популяции, усиливая её приспособленность. Так возникают устойчивые комплексы признаков, характерные для вида.

4

Рост частоты полезного аллеля в популяции

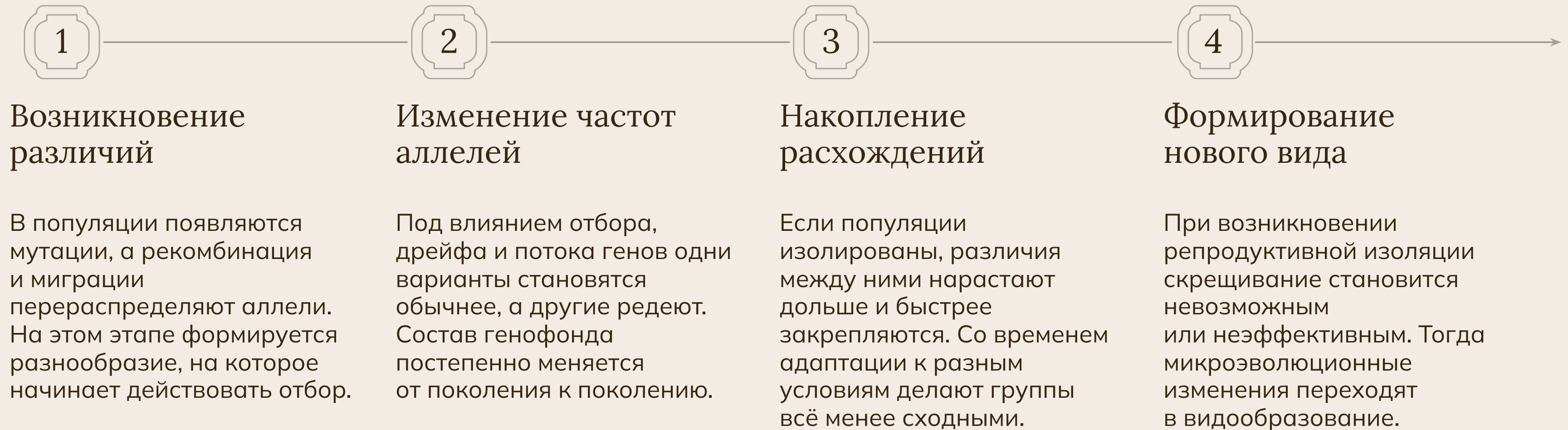


На ранних этапах рост может быть незаметным, но после закрепления преимущества даже небольшое различие в выживании быстро меняет структуру генофонда.

Чем дольше действует отбор, тем выше доля полезного аллеля; ближе к закреплению темп изменения обычно замедляется.

Схематическая модель для иллюстрации действия естественного отбора

Микроэволюция и видообразование



Примеры действия эволюционных сил в природе



Бактерии и антибиотики

В популяции бактерий выживают те клетки, чьи наследственные особенности позволяют переносить действие препарата. Поэтому устойчивые формы быстро становятся преобладающими в условиях лечения.



Березовая пяденица

Изменение окраски среды после загрязнения дало преимущество более тёмным бабочкам. Этот пример хорошо показывает, как отбор меняет частоты признаков при смене условий.



Дарвиновы вьюрки

На разных островах и в разных нишах вьюрки приспособлялись к различной пище. Изоляция и отбор привели к расхождению формы клюва и других признаков.

Движущие силы эволюции: сравнение роли факторов

Группа	Факторы	Действие	Итог
Источники	Мутации, рекомбинация	Создают варианты	Рост разнообразия
Процессы	Отбор, дрейф, поток, изоляция	Сохраняют, меняют или разделяют	Дивергенция популяций

Таблица объединяет главные факторы эволюции и показывает, какую роль каждый из них играет в изменении популяций.

Мутации и рекомбинация поставляют материал, отбор его фильтрует, а дрейф, поток генов и изоляция определяют, как именно меняется генофонд популяций.

Учебный курс биологии, раздел «Эволюция»



Эволюция — это результат совместного действия факторов

Движущие силы эволюции работают не по отдельности, а как единая система: одни создают разнообразие, другие сохраняют или перераспределяют его, а изоляция открывает путь к расхождению и появлению новых видов.