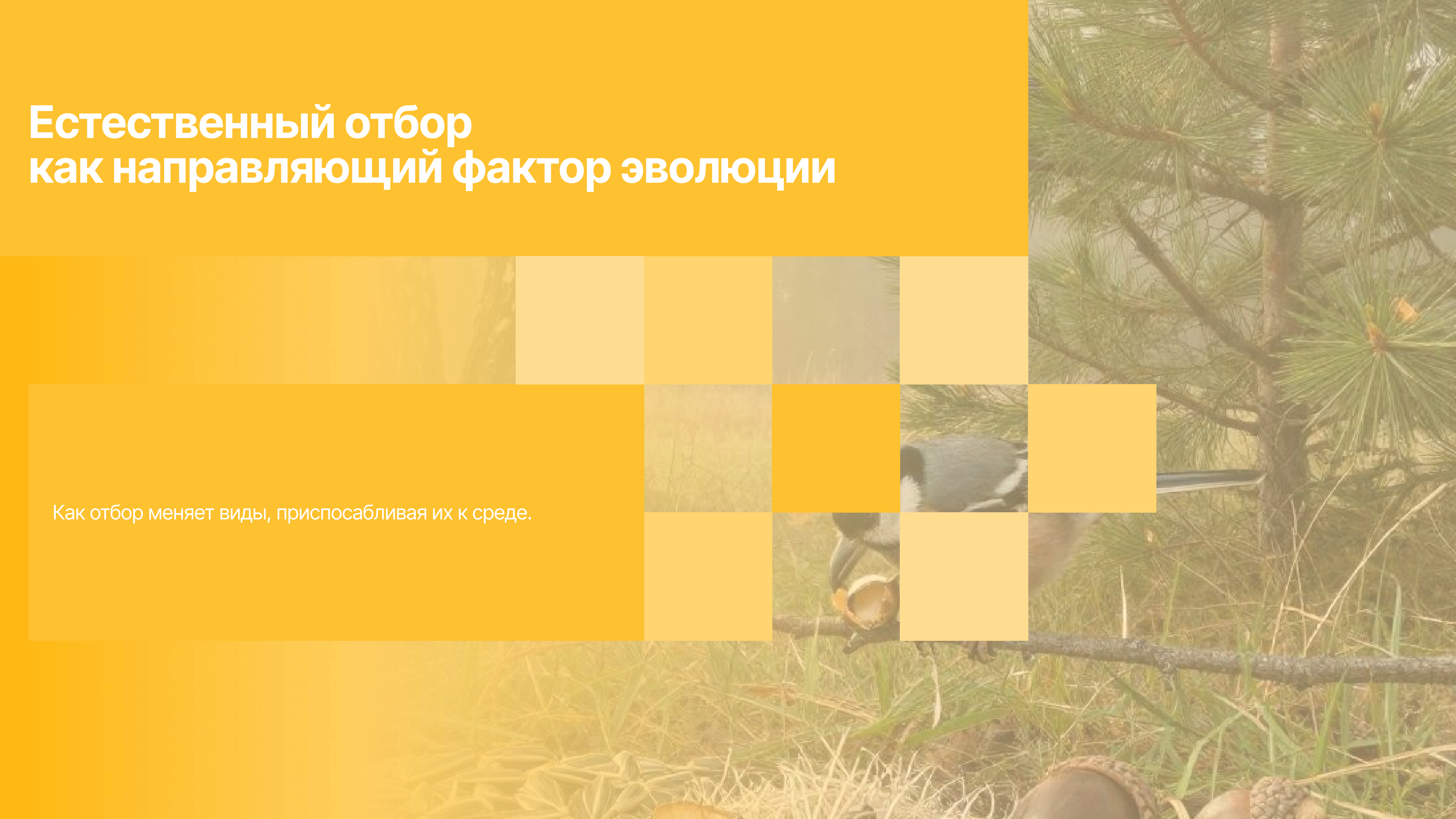


Естественный отбор как направляющий фактор эволюции

Как отбор меняет виды, приспособлявая их к среде.



От Дарвина к современной эволюционной биологии

Идея естественного отбора связала наблюдения Дарвина и Уоллеса с генетикой. Сегодня она объясняет, как мутации, рекомбинация, дрейф генов и изоляция популяций меняют наследственные признаки поколение за поколением.

Три условия действия естественного отбора

1. Наследственная изменчивость

Внутри популяции должны существовать различия, передающиеся потомкам. Их создают мутации и рекомбинация, поэтому особи не одинаковы и могут по-разному отвечать на одинаковые условия среды.

2. Избыточное размножение

Организмы производят больше потомства, чем может выжить. Из-за ограниченности пищи, пространства и других ресурсов между особями возникает конкуренция, и не все наследственные варианты сохраняются.

3. Различия в успехе

Если признак помогает выжить или оставить больше потомков, его носители встречаются чаще в следующем поколении. Так полезные варианты постепенно накапливаются, а невыгодные уменьшаются.

Борьба за существование в природе

Ограниченные ресурсы

Пища, вода, территория, укрытия и партнёры для размножения всегда распределены неравномерно. Чем дефицитнее ресурс, тем сильнее конкуренция и тем выше значение даже небольших различий между особями.

Внутривидовая конкуренция

Особенно острой она бывает между особями одного вида, потому что их потребности почти совпадают. Они используют одинаковые кормовые объекты, места обитания и способы размножения.

Межвидовые связи

Хищничество, паразитизм, конкуренция и симбиоз по-разному влияют на выживание организмов. Эти отношения формируют сложную сеть взаимодействий, в которой одни виды ограничивают, а другие поддерживают друг друга.

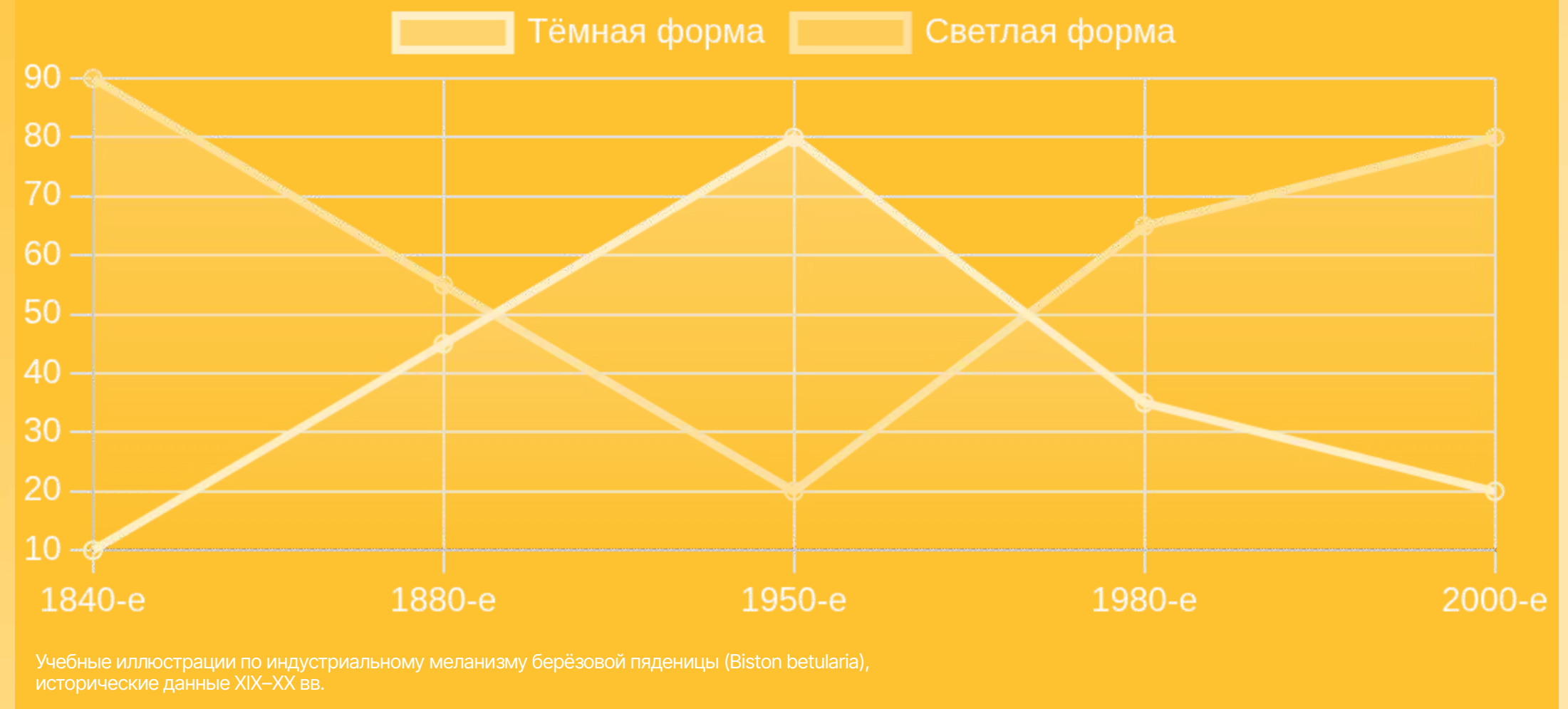
Влияние среды

Холод, засуха, дефицит света и резкие колебания температуры действуют как внешние фильтры. Они не зависят от конкурентов, но всё равно определяют, какие организмы смогут сохранить жизнеспособность.

Индустриальный меланизм у берёзовой пяденицы

Изменение окраски деревьев влияет на заметность бабочек для птиц и потому меняет их шансы на выживание.

Когда среда темнеет, преимущество получает тёмная форма; при очищении воздуха возвращается светлая.



Наследственная изменчивость как материал для отбора



Мутации

Изменения ДНК создают новые варианты генов и иногда новый признак. Большинство мутаций нейтральны или неблагоприятны, но именно они расширяют наследственный материал, на котором может действовать отбор.



Кроссинговер

Обмен участками между гомологичными хромосомами перемешивает аллели и образует новые сочетания признаков. Благодаря этому потомство отличается не только от родителей, но и друг от друга.



Независимое расхождение

При мейозе хромосомы распределяются по гаметам случайно. Это увеличивает число возможных комбинаций наследственного материала и делает каждое поколение генетически более разнообразным.



Случайное оплодотворение

Слияние гамет происходит случайно, поэтому даже одинаковые родители могут дать потомство с разными наборами признаков. Такая комбинация усиливает разнообразие внутри популяции.

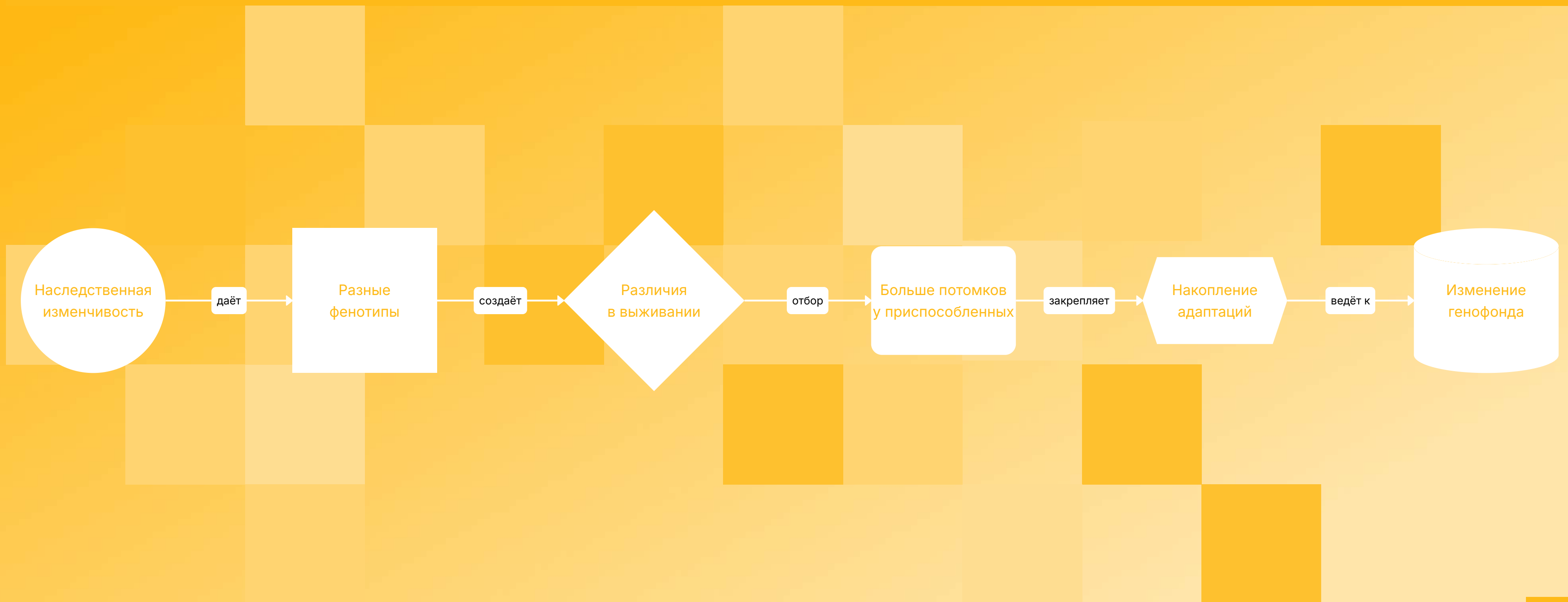


Отбор полезного

Новые варианты сохраняются только тогда, когда повышают приспособленность. Приобретённые в жизни навыки или изменения тела не наследуются, поэтому не могут служить основой эволюции.

Как естественный отбор изменяет популяцию

Схема показывает, как различия между особями превращаются в эволюционные изменения генофонда.



Основные формы естественного отбора

1.

Направляющий отбор

Возникает при изменении условий среды, когда один из крайних вариантов признака становится выгоднее остальных. В результате среднее значение смещается в определённую сторону, а популяция меняется однонаправленно.

2.

Стабилизирующий отбор

Действует в относительно постоянной среде и поддерживает уже удачное среднее значение признака. Крайние отклонения устраняются, поэтому разброс вариантов уменьшается, а популяция становится более однородной.

3.

Разрывающий отбор

Преимущество получают два крайних варианта признака, тогда как промежуточные формы оказываются менее успешными. Это повышает разнообразие внутри популяции и может создавать предпосылки для дальнейшего расхождения групп.

Сравнение форм естественного отбора

Форма	Условия среды	Результат	Эффект
Направляющий	Изменчивые	Сдвиг к одному варианту	Адаптация
Стабилизирующий	Постоянные	Сохранение среднего	Снижение разброса
Разрывающий	Неоднородные	Преимущество крайних	Рост полиморфизма

Таблица показывает, как разные условия среды влияют на направление изменений признака и эволюционный результат.

Тип отбора определяется средой: она либо сдвигает признак, либо сохраняет оптимум, либо поддерживает крайние варианты.

Примеры адаптаций у животных и растений

Маскировка насекомых

Защитная окраска помогает насекомым сливаться с корой, листьями или почвой. Такие особи реже замечаются хищниками и чаще доживают до размножения.

Длинная шея жирафа

Этот признак связан с добыванием пищи там, где конкуренция за корм особенно высока. Более высокие особи получают доступ к ресурсам, которые недоступны другим.

Устойчивость к антибиотикам

В популяции бактерий могут существовать редкие устойчивые клетки. После лечения выживают именно они, а затем быстро размножаются и становятся преобладающими.

Колючки пустынных растений

Колючки уменьшают испарение и одновременно защищают растение от поедания. В засушливой среде такие изменения повышают шансы пережить длительный дефицит влаги.

Запас воды в тканях

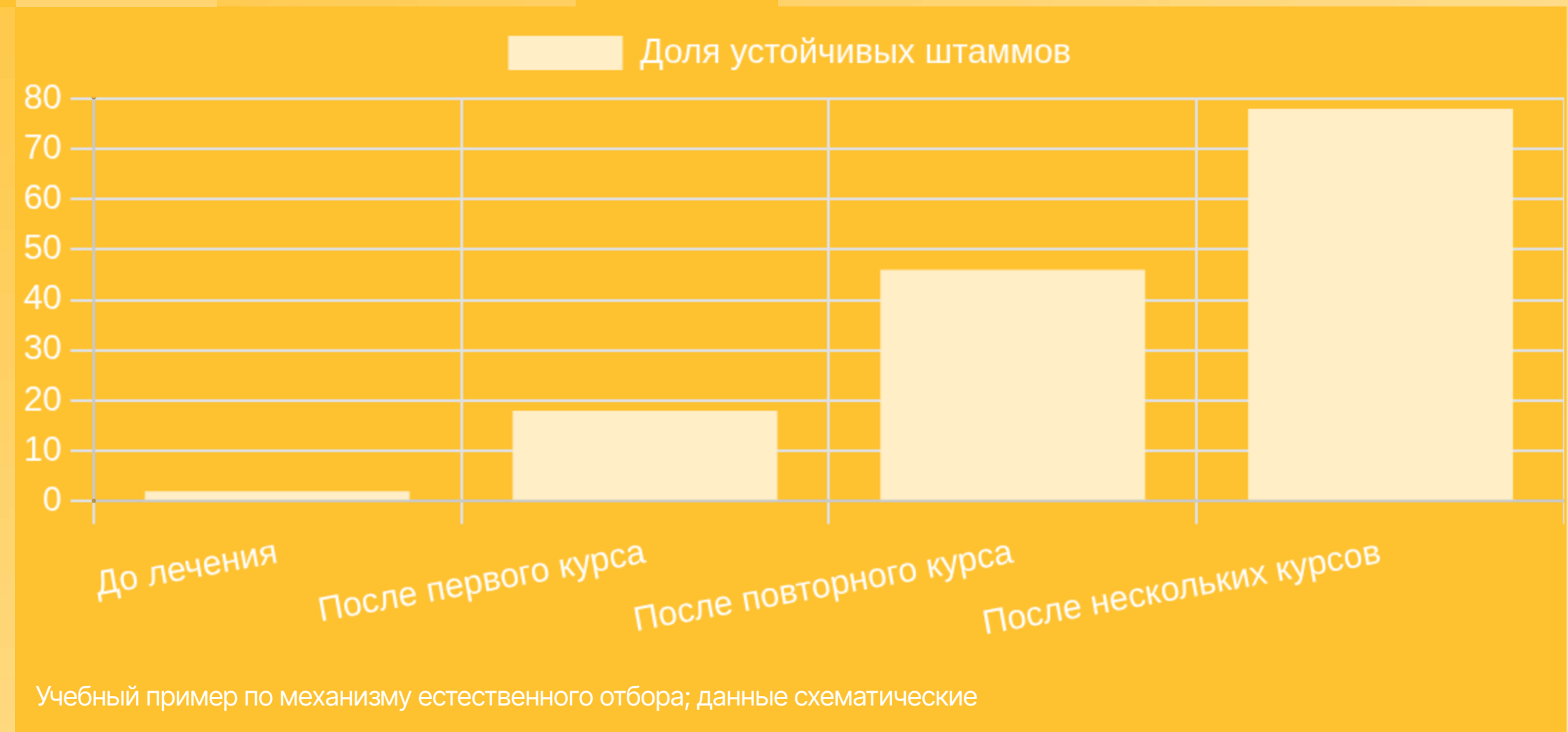
У многих пустынных растений сочные ткани накапливают влагу и позволяют переносить периоды засухи. Это пример приспособления, напрямую связанного с условиями среды.



Устойчивость бактерий к антибиотикам

Редкие устойчивые клетки присутствуют в популяции заранее и становятся заметнее после каждого курса лечения, особенно при нарушении схемы приёма.

Антибиотик не создаёт устойчивость, а отбирает уже существующие варианты; повторное применение быстро увеличивает их долю.



Половой отбор как частный случай естественного отбора

1. Конкуренция за партнёра

Особи одного пола нередко соперничают друг с другом за доступ к размножению. Побеждают те, чьи поведенческие или морфологические признаки повышают шанс привлечь партнёра и оставить потомство.

2. Выбор партнёра

У многих видов решающее значение имеет предпочтение самок или самцов. Выбираются более яркие, сильные или демонстрирующие сложное поведение особи, поэтому соответствующие признаки закрепляются в популяции.

3. Цена признака

Некоторые брачные признаки снижают выживаемость: мешают бегу, делают животное заметнее хищникам или требуют больших затрат энергии. Они сохраняются только тогда, когда репродуктивное преимущество перевешивает риск.

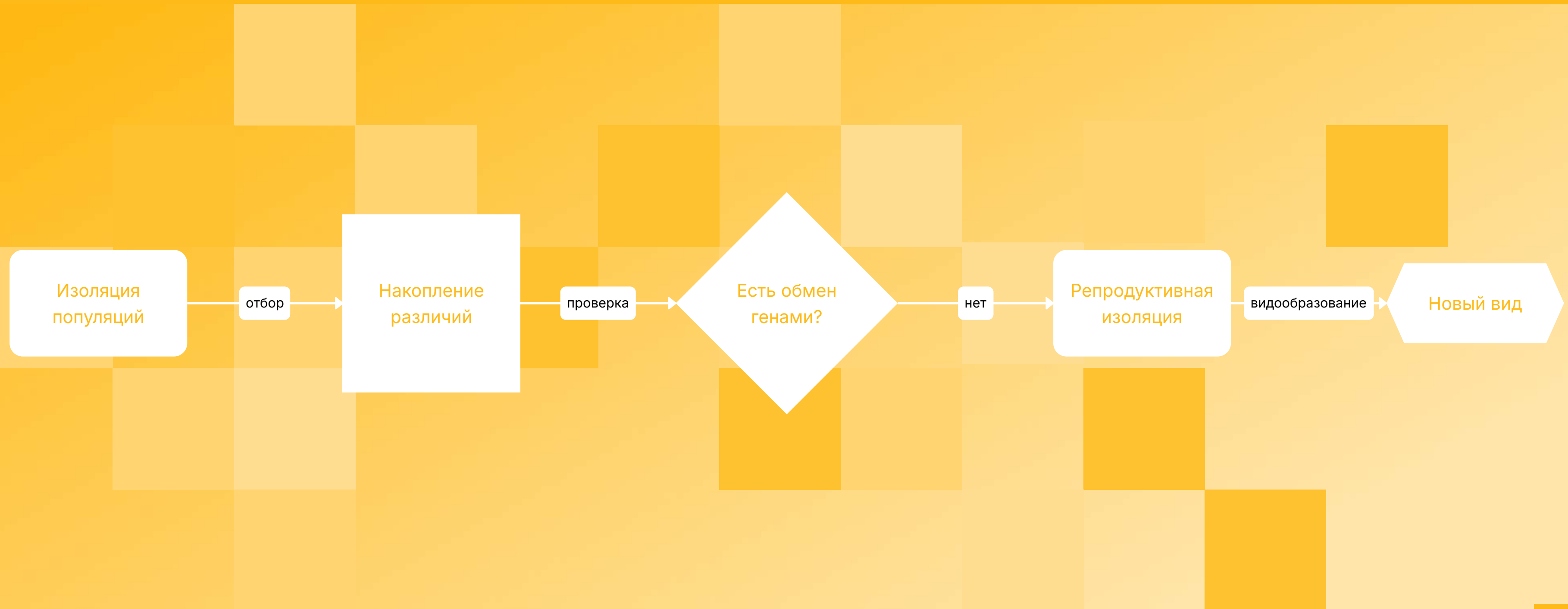
4. Половая диморфность

Именно половой отбор часто приводит к выраженным различиям между самцами и самками. Такие различия отражают не общую приспособленность, а прежде всего успех в передаче генов следующему поколению.



Как отбор приводит к образованию новых видов

Схема отражает путь от изоляции популяций к формированию репродуктивной изоляции под действием естественного отбора.



Ограничения естественного отбора

Нет источника вариаций

Отбор не создаёт наследственные различия сам по себе: он лишь сохраняет или устраняет уже имеющиеся варианты, возникшие ранее в результате мутаций и рекомбинации.

Случайность в малых популяциях

В небольших популяциях влияние отбора ослабевает, потому что частоты аллелей сильнее меняются случайно. Генетический дрейф может закрепить даже не самый выгодный вариант.

Быстрая смена условий

Если среда резко изменяется, полезный прежде признак может утратить значение или стать вредным. Тогда направление отбора меняется, а прежняя адаптация перестаёт помогать.

Генетические компромиссы

Один и тот же признак редко бывает идеален во всех ситуациях. Улучшение одного качества часто сопровождается потерей другого, поэтому отбор действует в рамках биологических ограничений.

Факторы, влияющие на силу естественного отбора

Фактор	Влияние	Пример
Стабильная среда	Стабилизирующий отбор	Постоянный климат
Резкая смена климата	Направляющий отбор	Потепление
Высокая плотность	Сильнее конкуренция	Дефицит пищи
Малочисленность	Слабее отбор	Дрейф генов
Миграция особей	Новые аллели	Приток извне

Обобщение положений синтетической теории эволюции; учебный материал

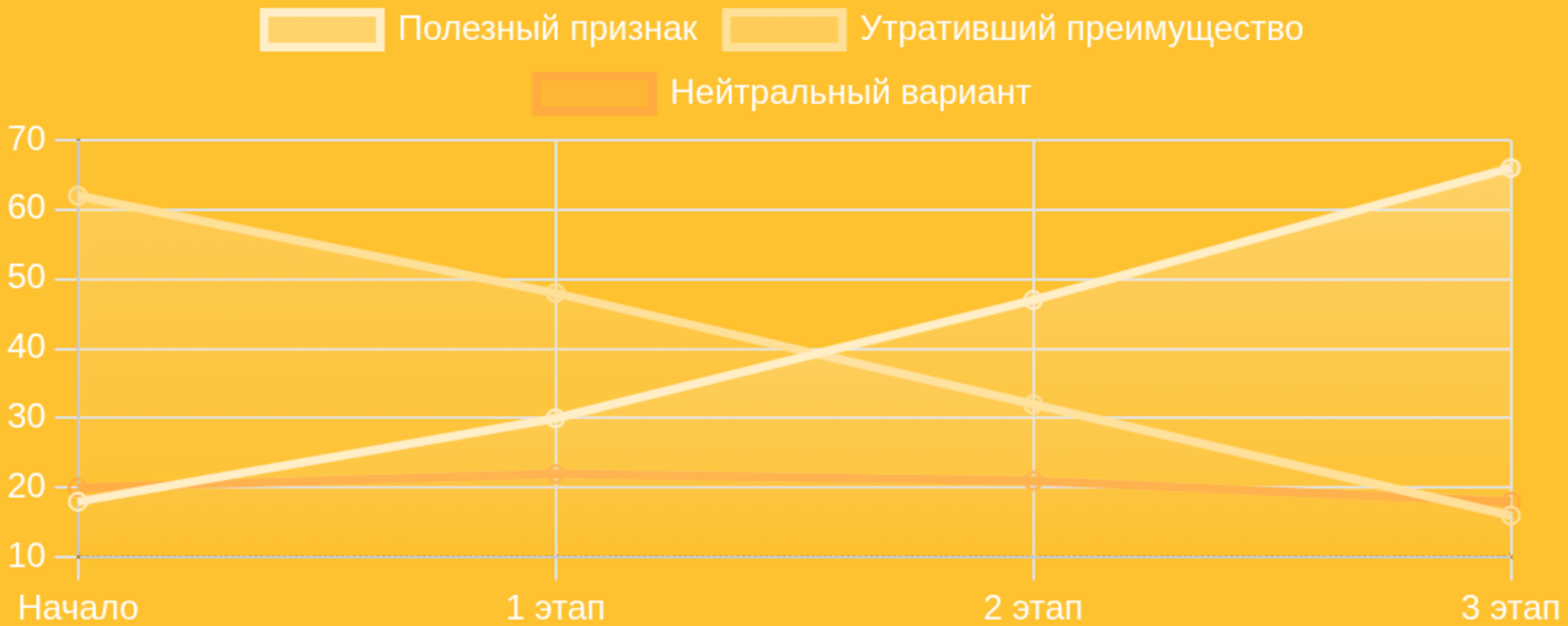
Таблица показывает, как состояние среды и популяции меняет направление и выраженность отбора.

Сила отбора зависит не только от признака, но и от экологической обстановки, численности и обмена генами между популяциями.

Как изменение среды меняет частоты признаков

При перестройке условий среды отбор действует на уже имеющееся разнообразие фенотипов, поэтому изменения частот могут быть быстрыми даже без появления новых мутаций.

Преимущество признака зависит от среды: то, что полезно сейчас, может уменьшаться в следующем поколении при смене условий.



Схематическая модель динамики частот признаков в изменяющейся среде

Отбор в городской и сельскохозяйственной среде

Городские условия

В городе особи сталкиваются с шумом, искусственным освещением, загрязнением и необычным режимом питания. Выживают и размножаются те, чье поведение и физиология лучше приспособлены к таким нагрузкам.

Соседство с человеком

У птиц, насекомых и других животных могут закрепляться изменения в сроках активности, осторожности и способах поиска пищи. Это помогает использовать ресурсы, доступные рядом с человеком.

Агроценоз как среда отбора

В сельском хозяйстве сильное селекционное давление создают гербициды и пестициды. Сорняки и вредители с устойчивыми вариантами выживают чаще, чем чувствительные особи.

Быстрые изменения

Человеческая деятельность меняет среду значительно быстрее, чем многие естественные процессы. Поэтому отбор в городах и агроландшафтах может идти особенно заметно и в короткие сроки.

Почему естественный отбор называют направляющим фактором эволюции

1.

Сортировка вариантов

Отбор не действует случайно: он повышает долю организмов, признаки которых лучше соответствуют условиям среды. В результате в популяции накапливаются более выгодные наследственные сочетания.

2.

Изменение генофонда

Когда носители полезных аллелей оставляют больше потомков, частоты этих аллелей растут. Так отбор постепенно преобразует генофонд популяции без целенаправленности со стороны организмов.

3.

Микроэволюционные сдвиги

На уровне популяций отбор изменяет распределение признаков из поколения в поколение. Эти сдвиги составляют основу микроэволюции и ведут к накоплению адаптаций.

4.

Путь к видообразованию

Если различия накапливаются долго и обмен генами между группами уменьшается, популяции расходятся всё сильнее. Тогда отбор становится одним из главных факторов макроэволюции.

Преимущества разных фенотипов в одной среде

Даже небольшие различия в приспособленности заметно меняют вклад фенотипов в следующее поколение, если они повторяются на протяжении многих циклов размножения.

Наиболее приспособленный фенотип оставляет больше потомков и постепенно увеличивает свою долю; при смене среды распределение преимуществ может измениться.

Фенотип А Фенотип В Фенотип С



Схематическая диаграмма репродуктивного успеха в одинаковых условиях среды

Естественный отбор: механизм адаптации и разнообразия

Естественный отбор связывает наследственную изменчивость с условиями среды и постепенно меняет популяции. Он объясняет адаптации, устойчивость к лекарствам и возникновение новых видов, показывая, как из случайных вариаций возникает направленный эволюционный результат.