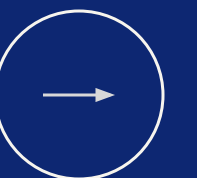


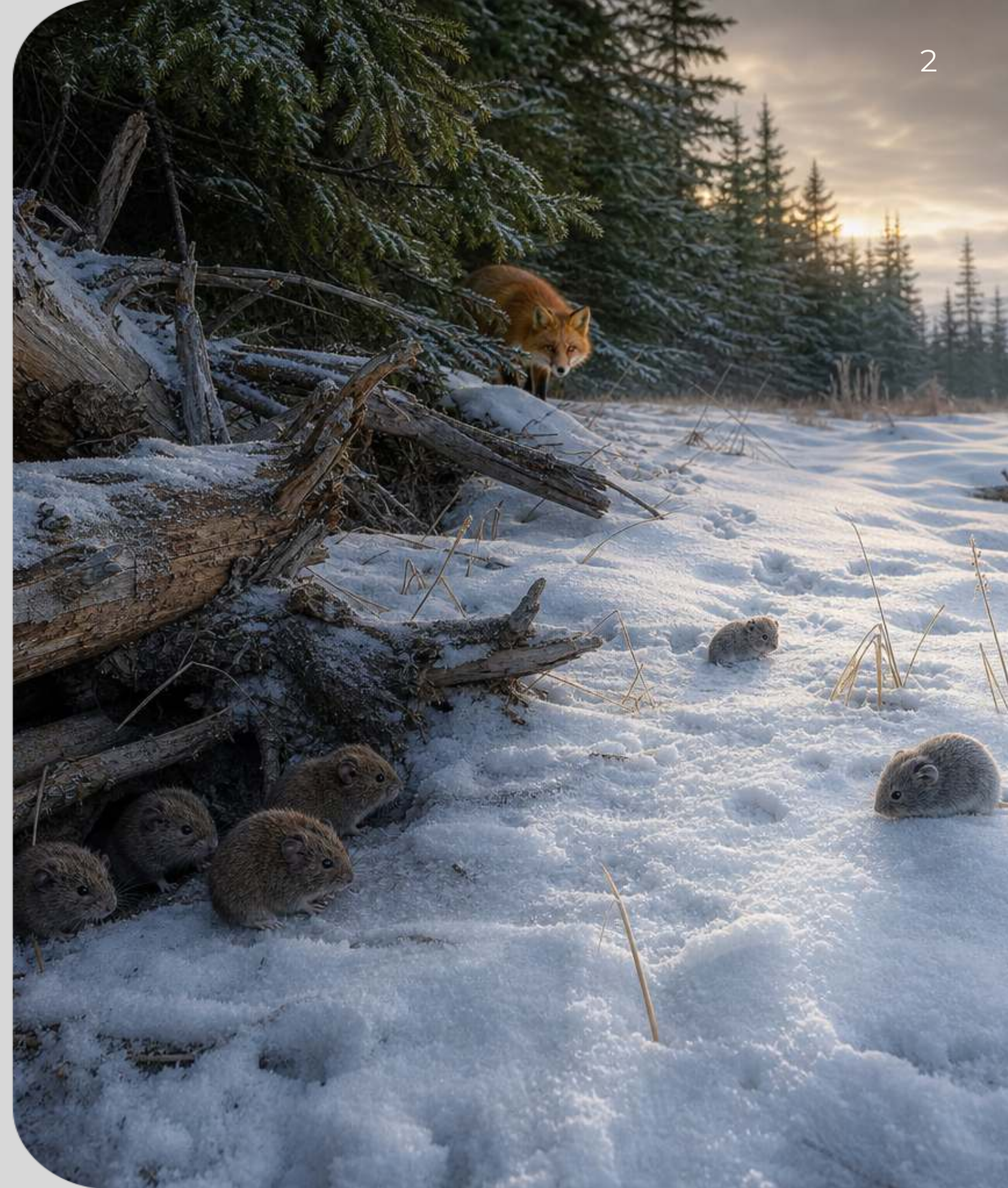
Естественный отбор в природных популяциях

Как отбор меняет популяции и формирует
адаптации



Почему эволюция происходит на уровне популяций

Отбор действует не на одиночную особь, а на популяцию: именно здесь признаки наследуются, частоты аллелей меняются, а среда «отсеивает» менее приспособленные варианты из поколения в поколение.



Наследственная изменчивость — материал для отбора

- **Мутации**

Мутации создают новые аллели и могут менять признак сразу заметным образом. Именно они вводят в популяцию новые варианты, на которых в дальнейшем может «работать» естественный отбор.

- **Комбинативная изменчивость**

При мейозе и оплодотворении возникают новые сочетания уже имеющихся генов. Такое перемешивание наследственного материала резко увеличивает разнообразие генотипов внутри популяции.

- **Кроссинговер и расхождение хромосом**

Независимое расхождение хромосом и обмен участками между гомологичными хромосомами создают уникальные комбинации генов у потомков, усиливая наследственную разнородность поколения.

- **Основа эволюционных сдвигов**

Без наследственной изменчивости отбору нечего было бы сохранять или устранять. Поэтому именно разнообразие генотипов делает возможным накопление приспособительных изменений.

Фенотип и приспособленность особей



Фенотип как проявление генотипа

Фенотип объединяет все внешние и внутренние признаки организма. Он формируется на основе наследственной программы, но его окончательный вид зависит и от конкретных условий среды.

Что такое приспособленность

Приспособленность показывает, насколько успешно особь выживает и оставляет потомство именно в данной среде. Важен не «сильный» признак сам по себе, а его полезность здесь и сейчас.

Неравные шансы на выживание

Более заметные, слабые или плохо защищённые варианты признака чаще становятся добычей хищников или хуже переносят стресс, поэтому постепенно исчезают из популяции.

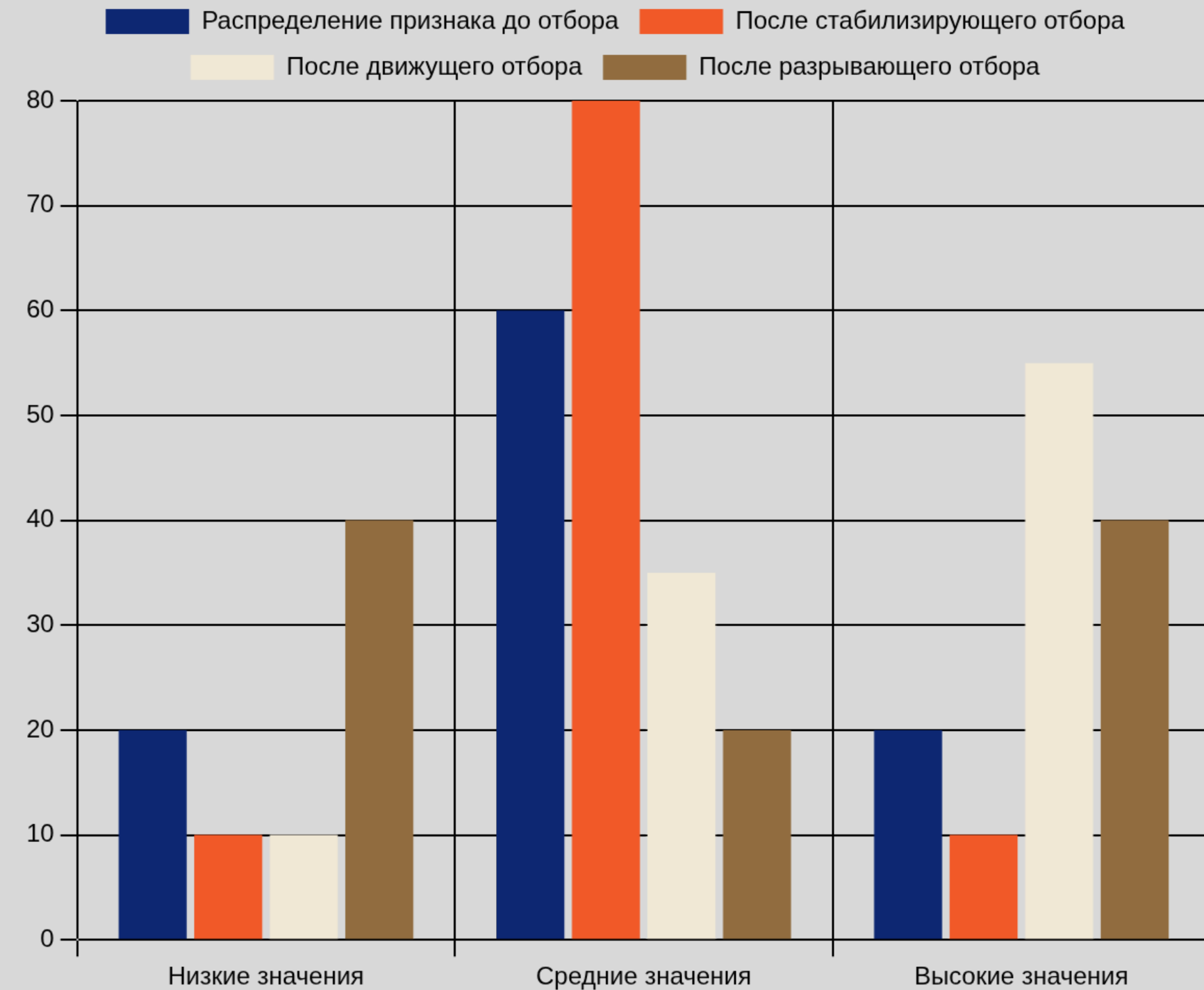
Пример заметности

Берёзовая пяденица хорошо показывает роль фенотипа: на светлой коре лучше маскируются светлые особи, а на потемневших стволах преимущество получают тёмные формы.

Основные формы естественного отбора

Три формы отбора по-разному меняют распределение признака: стабилизируют норму, смещают её или разрывают популяцию на крайние варианты.

Если условия среды постоянны, сохраняются средние значения; при изменениях выгоден сдвиг признака; в неоднородной среде усиливаются крайности.



Схематическая модель распределения признака, составленная по школьному курсу биологии.

Стабилизирующий отбор

1

Устойчивые условия

Стабилизирующий отбор наиболее заметен в среде, которая долго остаётся относительно постоянной. В таких условиях уже сложившийся тип признака оказывается самым надёжным и выгодным.

2

Удаление крайностей

Он уменьшает число особей с очень низкими или очень высокими значениями признака. Крайние варианты чаще оказываются менее жизнеспособными и хуже выдерживают обычные колебания среды.

3

Сохранение нормы

Средние значения признака сохраняются, потому что именно они дают наилучший баланс между затратами и пользой. Так популяция поддерживает хорошо приспособленный облик без резких изменений.

4

Классический пример

У человека слишком малая и слишком большая масса новорождённых связаны с повышенными рисками. Наиболее благоприятными оказываются средние значения, поэтому именно они чаще сохраняются.

Движущий отбор при изменении условий среды

01

Смена условий

Движущий отбор возникает, когда среда заметно меняется и один из крайних вариантов признака начинает давать преимущество. Тогда направление отбора становится устойчиво смещённым.

02

Рост полезного варианта

Частота выгодного признака постепенно увеличивается, а среднее значение признака в популяции сдвигается в ту же сторону. Изменения накапливаются от поколения к поколению.

03

Примеры из природы

Индустриальный меланизм у берёзовой пяденицы и распространение устойчивости бактерий к антибиотикам хорошо показывают, как новое условие среды меняет успех разных вариантов.

04

Долгосрочный результат

Если давление отбора сохраняется, популяция может заметно измениться по внешнему виду, физиологии или поведению. Так формируются новые приспособления к изменившейся среде.

Разрывающий отбор и сохранение крайних вариантов

- **Неоднородная среда**

Разрывающий отбор характерен для территорий, где разные участки сильно отличаются по условиям. Тогда один и тот же средний вариант оказывается невыгодным в обеих частях среды.

- **Преимущество крайностей**

Побеждают крайние фенотипы, лучше приспособленные к разным микросредам. Промежуточные варианты чаще проигрывают конкуренцию и реже оставляют потомство.

- **Рост разнообразия**

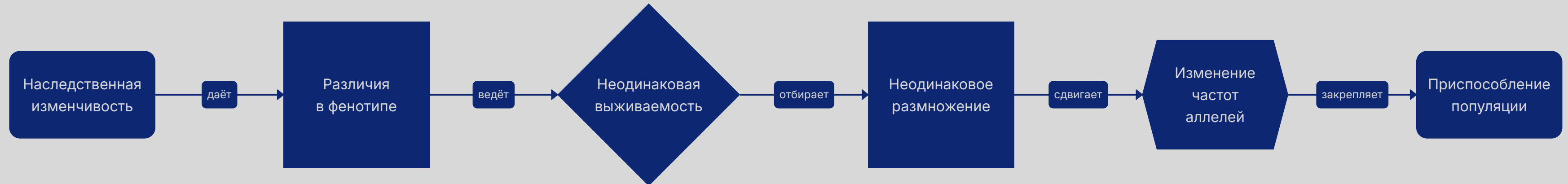
Такой отбор увеличивает разнородность популяции и может вести к её постепенному разделению на несколько групп. Это особенно заметно, если различия среды устойчивы.

- **Экологический пример**

Если на одной территории доступны разные пищевые ресурсы, то особи с различными признаками добывания пищи получают преимущество в разных участках, а промежуточные формы теряют эффективность.

Последовательность действия отбора в популяции

Схема показывает, как наследственная изменчивость под влиянием среды приводит к изменению генофонда.



Борьба за существование как условие отбора



Внутривидовая конкуренция

Особи одного вида соперничают за пищу, территорию, свет и партнёров. При ограниченных ресурсах выигрывают те, чьи наследственные признаки повышают эффективность использования среды.



Межвидовые отношения

Хищничество, паразитизм и конкуренция между видами создают постоянное давление на популяции. В таких условиях сохраняются признаки, снижающие риск быть съеденным или заражённым.



Неблагоприятные факторы среды

Мороз, засуха, жара и другие стрессовые воздействия не позволяют выжить всем особям. Отбор поддерживает наследственные особенности, помогающие переносить экстремальные условия.



Итог отбора

Борьба за существование не является самим отбором, но создаёт его условия. Именно она делает полезные признаки различием между выживанием, размножением и исчезновением.

Факторы среды и их влияние на отбор

Разные факторы среды по-разному «фильтруют» наследственные признаки, усиливая выживание одних вариантов и отбраковку других.

Направление отбора задаётся не самим признаком, а конкретными условиями среды, в которых он оказывается полезным.

Фактор	Пример	Результат
Ресурсы	Мало пищи	Сильнее конкуренция
Хищники	Маскировка	Выживают скрытные

Примеры адаптаций у организмов



Морфологические признаки

Строение тела помогает организму уменьшать потери воды, прятаться от врагов или эффективнее добывать пищу. Колючки кактуса и зимняя белая окраска зайца-беляка — наглядные примеры таких изменений.

Физиологические изменения

Некоторые адаптации связаны с работой органов и обменом веществ. Организмы могут лучше переносить холод, засуху или голод, поддерживая жизнедеятельность в неблагоприятный сезон без заметного изменения внешнего вида.

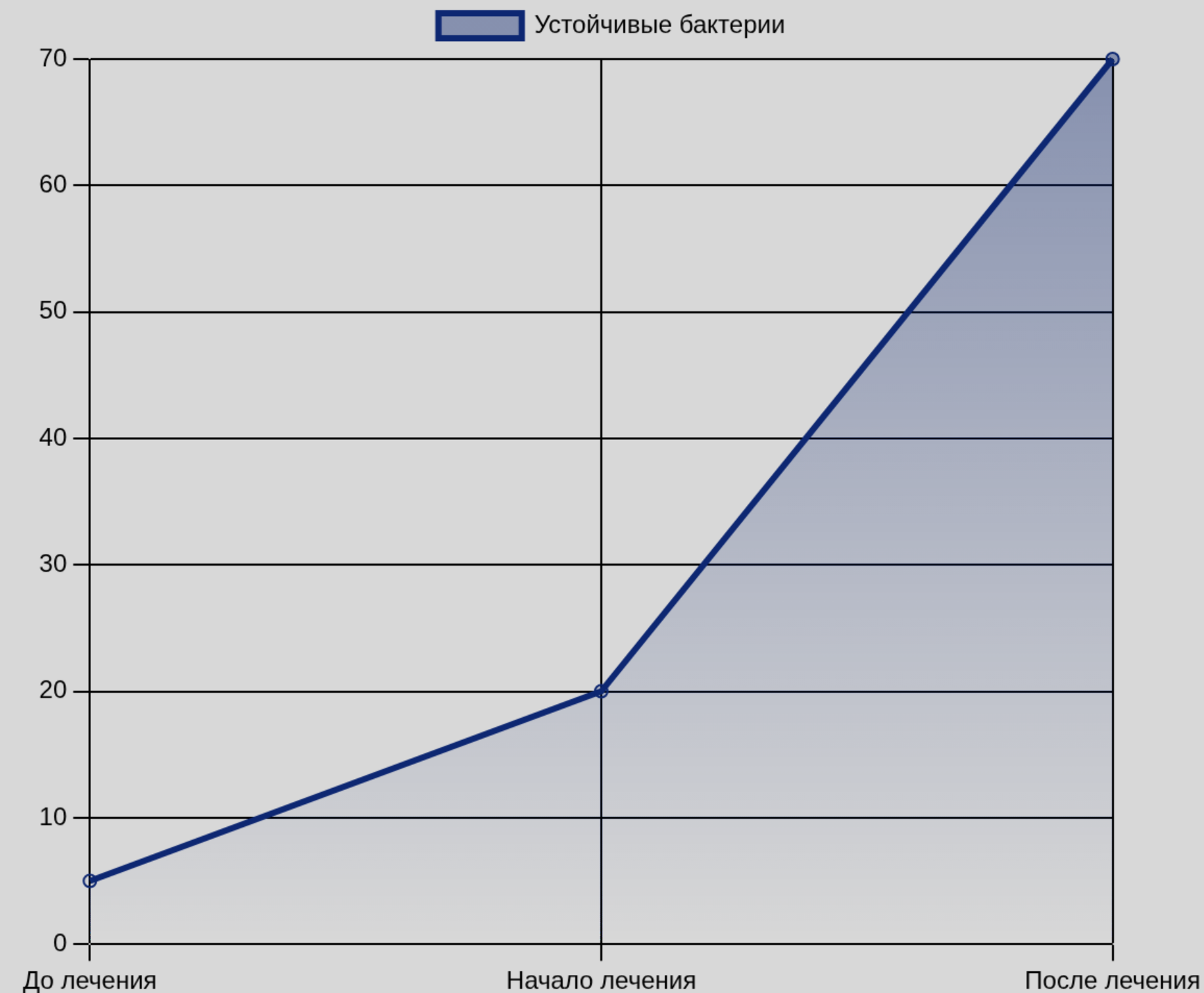
Поведенческие стратегии

Поведение тоже повышает приспособленность. Перелёты птиц, сезонные кочёвки животных и выбор безопасных убежищ помогают избегать неблагоприятных условий и повышают вероятность выживания и размножения.

Изменение частоты полезного признака под действием отбора

Антибиотик действует как сильный отбор: он резко сокращает долю чувствительных клеток и освобождает место для устойчивых вариантов.

Чем сильнее селективное давление, тем быстрее растёт частота признака, повышающего выживание в данных условиях.



Учебный пример действия отбора при применении антибиотиков.

Полиморфизм и сохранение разнообразия в популяции

1

Несколько вариантов

Полиморфизм означает, что в одной популяции сохраняются два и более устойчивых варианта признака, каждый из которых может быть выгоден в определённой ситуации.

2

Разные условия

Микросреды, сезонные изменения и неодинаковая доступность ресурсов создают чередование преимуществ, поэтому один вариант не вытесняет остальные полностью.

3

Больше устойчивости

Чем разнообразнее генофонд, тем выше шанс, что часть особей переживёт резкое изменение климата, болезни или дефицит пищи.

4

Эволюционный резерв

Сохранение разнообразия даёт популяции запас наследственных вариантов для будущего отбора и снижает риск исчезновения при неожиданных изменениях среды.

Естественный отбор меняет соотношение уже существующих аллелей: выгодные варианты становятся всё чаще, а неблагоприятные — реже, иногда почти исчезая.

100%

доля полезного аллеля
в популяции может приблизиться
к этому уровню

Обобщение по теме «Генофонд популяции и частоты аллелей»
из школьного курса биологии.

Классические примеры естественного отбора

Объект	Условие	Преимущество
Берёзовая пяденица	Промышленное потемнение	Тёмная окраска
Бактерии	Антибиотики	Устойчивость

На разных объектах хорошо видно, что изменение условий среды меняет преимущество признаков и направление отбора.

Один и тот же механизм работает в разных системах: среда сохраняет те признаки, которые повышают выживание и размножение.

Примеры из школьного курса биологии: индустриальный меланизм, устойчивость бактерий, дарвиновы вьюрки.

Ограничения и цена адаптации

- **Не универсальны**

Признак, полезный в одной среде, может мешать в другой. Поэтому адаптация всегда привязана к конкретным условиям и не даёт преимуществ «на все случаи жизни».

- **Есть издержки**

Поддержание полезного признака требует энергии и ресурсов. Иногда усиление одной функции ослабляет другую, поэтому организм выбирает компромисс, а не абсолютное совершенство.

- **Строительные пределы**

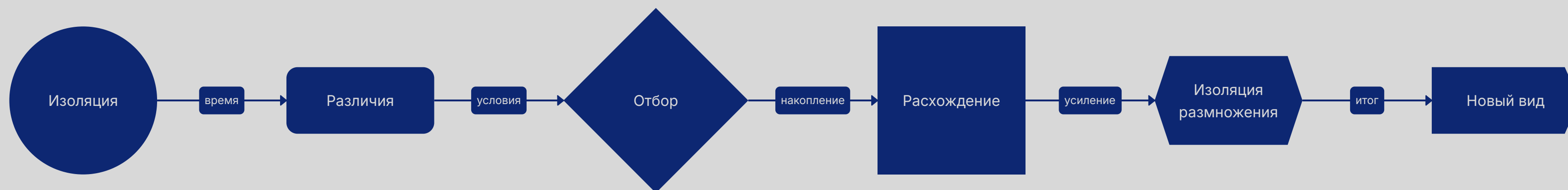
Наследственное строение тела ограничивает возможные изменения. Отбор не может создать любой вариант сразу, он работает только с теми различиями, которые уже возникли.

- **Практический вывод**

Популяции сохраняют не идеальные, а наиболее подходящие варианты. Именно поэтому успех признака нужно оценивать только в связи с конкретной средой обитания.

От изоляции к новому виду

Последовательность показывает, как длительное действие отбора в разных условиях приводит к расхождению популяций.



Значение естественного отбора для человека и природы



Медицина

Естественный отбор объясняет, почему бактерии могут выживать после лечения и быстро распространять устойчивые формы. Это помогает понимать, как и почему меняется эффективность лекарств.



Сельское хозяйство

В агросфере отбор показывает, какие сорта и породы сохраняют урожайность, устойчивость к болезням и приспособленность к местным условиям, а какие быстрее утрачивают преимущества.



Вредители и сорняки

Под действием инсектицидов и гербицидов выживают особи с устойчивыми признаками. Поэтому методы защиты нужно менять осознанно, чтобы замедлять появление устойчивых популяций.



Охрана природы

В природоохранной биологии отбор помогает оценивать, какие популяции лучше справятся с потеплением, засухами и другими изменениями среды, а какие нуждаются в особой защите.



Естественный отбор — двигатель приспособления и эволюции

Естественный отбор сохраняет наследственные варианты, которые повышают выживание и размножение в конкретной среде. За поколениями он перестраивает популяции, поддерживает разнообразие и может приводить к появлению новых видов.

