

Естественный отбор: основы и формы

Ключевые механизмы эволюции,
формирующие жизнь на Земле.





Истоки теории естественного отбора

В 1859 году Чарльз Дарвин представил теорию, объясняющую эволюцию через естественный отбор, что коренным образом изменило биологическую науку и понимание адаптации организмов.



Основные принципы естественного отбора

01

Наследуемое разнообразие признаков в популяциях происходит благодаря генетическим мутациям и рекомбинациям, создавая предпосылки для эволюции.

02

Организмы с признаками, повышающими шансы на выживание и размножение, дают больше потомства, что способствует закреплению таких признаков.

03

Постепенное накопление адаптивных изменений в поколениях улучшает приспособленность видов к изменяющимся условиям среды.



Роль наследственности в действии отбора



Генетическая информация, передаваемая в ДНК, обеспечивает возможность наследования черт, которые способствуют адаптации организмов в определённых условиях окружающей среды.



Пример: у северных животных аллели, определяющие устойчивость к холоду, закрепляются благодаря успешной передаче потомству, что повышает выживаемость вида.

Критерии успешного естественного отбора



Темпы увеличения частот благоприятных признаков отражают эффективность отбора, подтверждая роль таких признаков в адаптации популяции.



Рост численности потомства с полезными признаками свидетельствует о преимуществе такого набора генов в текущих экологических условиях.



Быстрая адаптация популяции к изменениям среды указывает на динамичность и устойчивость рода к внешним факторам.



Высокое генетическое разнообразие повышает способность сообщества быстро реагировать на новые вызовы, укрепляя его долгосрочное выживание.

Движущий отбор в природе: примеры и механизмы



Индустриальный меланизм у берёзовой пяденицы

Во время промышленной революции в Англии тёмные формы берёзовой пяденицы стали доминировать, что объясняется повышенной выживаемостью на загрязнённых поверхностях деревьев. Этот пример наглядно демонстрирует действие движущего отбора при изменении среды.



Устойчивость бактерий к антибиотикам

Активное использование антибиотиков стимулирует рост штаммов с генами устойчивости. Такие бактерии быстро доминируют, демонстрируя процесс движущего отбора, адаптирующего популяцию к медицинским воздействиям.

Стабилизирующий отбор: сохранение ОПТИМУМА



Масса яйца у воробьёв как показатель адаптации

Оптимальная масса яйца обеспечивает баланс между выживаемостью эмбриона и затратами родителей. Отклонения в обе стороны увеличивают смертность, поэтому стабилизирующий отбор сохраняет этот параметр в узких пределах.



Устойчивость биологических популяций в стабильных условиях

Стабилизирующий отбор устраняет крайние варианты признаков, поддерживая устойчивость и предсказуемость адаптаций, что благоприятно для видов в неизменных экосистемах.

Дизруптивный отбор и экологическое разнообразие



Разнообразие клювов вьюрков Галапагосских островов

Экологические особенности островов приводят к разделению популяций в зависимости от размера клюва. Крупные и мелкие формы адаптированы к разным видам пищи, что снижает конкуренцию и способствует их сосуществованию.



Развитие специализированных морф в разнообразной среде

Различия в условиях обитания стимулируют появление крайних вариантов признаков, усиливая разделение внутри вида и повышая разнообразие за счёт дизруптивного отбора.

Графическое сравнение форм естественного отбора

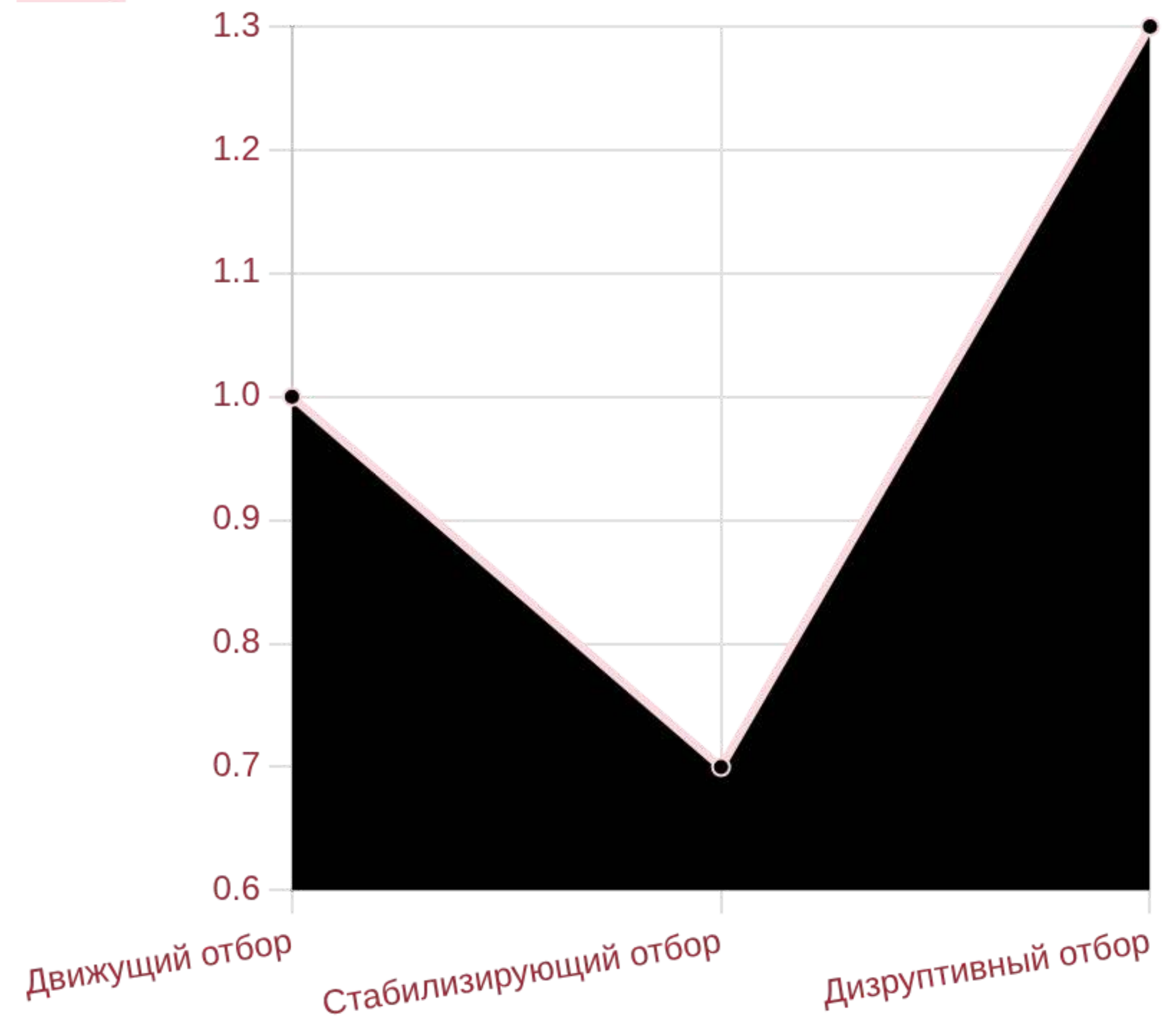


Каждая форма отбора по-разному влияет на вариативность и распределение признаков в популяциях.

Движущий сдвигает среднее, стабилизирующий сжимает вариацию, дизруптивный разделяет признаки на два пика.

Обзор биологических исследований, 2023

Динамика распределения признаков при разных формах отбора



Факторы, влияющие на направление естественного отбора



Изменения климата изменяют доступные ресурсы и условия среды, воздействуя на преимущественные признаки и направление отбора.



Внутривидовая конкуренция и хищничество создают давление на выживаемость разных форм и способствуют смене адаптивных стратегий.



Введение новых болезней и колебания пищевых ресурсов способны изменить баланс доминирующих признаков в популяциях.

Примеры движущего отбора в природе



Индустриальный меланизм у берёзовой пяденицы

Во время промышленной революции в Англии тёмные формы берёзовой пяденицы стали преобладать из-за загрязнения, что улучшило их маскировку от хищников на затемнённых деревьях. Этот пример наглядно демонстрирует смещение частот признаков под действием движущего отбора.



Рост устойчивых к антибиотикам бактерий

Активное использование антибиотиков способствует увеличению доли штаммов бактерий, устойчивых к лекарствам. Такие микроорганизмы получают преимущество в выживании, что приводит к изменению генетического состава популяции и усложняет лечение инфекций.



Смена окраски зайцев-беляков

Изменения снежного покрова влияют на окраску зайцев-беляков: при сокращении зимних снегов увеличивается доля особей с более тёмной шерстью, обладающей лучшей маскировкой. Это изменение обусловлено движущим отбором в быстро меняющихся условиях среды.



Сопоставление форм естественного отбора

Тип отбора	Эффект на вариацию	Пример
Движущий	Сдвиг среднего значения	Индустриальный меланизм
Стабилизирующий	Сужение вариации	Масса яйца воробья
Дизруптивный	Увеличение крайних вариантов	Клювы вьюрков Галапагосских островов

Таблица сравнивает типы отбора, их влияние на вариацию и иллюстрирует примеры из природы для каждого типа.

Различные формы отбора по-разному влияют на генетическое разнообразие и адаптацию видов.

Специализированные биологические справочники

Роль отбора в поддержании генетического разнообразия

- 01** Дизруптивный отбор способствует сохранению полиморфизма, поддерживая в популяции редкие и крайние аллели, что расширяет адаптивный потенциал вида.
- 02** Стабилизирующий отбор уменьшает вариабельность признаков, что может приводить к снижению генетического разнообразия и повышению устойчивости к стабильным условиям.
- 03** Поддержание генетического разнообразия важно для долгосрочной адаптации и выживания видов при изменяющихся условиях среды и новых экологических вызовах.



Микроэволюция и естественный отбор



Естественный отбор является движущей силой микроэволюционных изменений, особенно выраженным у организмов с коротким поколением, позволяя быстро накапливать адаптивные изменения.



Примером служит развитие устойчивости к инсектицидам у насекомых, что показывает способность популяций быстро адаптироваться за счёт отбора на уровне локальных изменений генов.

Поэтапный процесс действия естественного отбора

Основываясь на биологических исследованиях и моделях популяционной генетики



Примеры стабилизирующего отбора у животных



Средняя масса тела новорождённых млекопитающих

Стабилизирующий отбор поддерживает оптимальную массу тела новорождённых, снижая смертность от недоразвитости и осложнений. Отклонения в обе стороны повышают риск, что способствует сохранению сбалансированного размера в популяции.



Оптимальная длина крыла у птиц

У птиц поддерживается средняя длина крыла, обеспечивающая эффективный полёт и манёвренность. Избыток или недостаток длины снижает эффективность полёта, что отражается на выживании и репродуктивном успехе.

Влияние отбора на эволюцию человека

Серповидноклеточная анемия связана с полиморфизмом гена гемоглобина, обеспечивающим устойчивость к малярии в эндемичных регионах, что является примером адаптивного отбора.

Тибетские популяции обладают генетическими изменениями, улучшающими способность дышать в условиях высокой горной высоты, демонстрируя локальную адаптацию человека.

Физиологические механизмы жителей Арктики способствуют сохранению тепла и энергоэффективности, что обеспечивает выживание в экстремально холодных климатических зонах.

Действие естественного отбора формирует разнообразие человеческих популяций, отражая их адаптацию к разным экологическим и климатическим условиям.

Роль отбора в формировании новых видов



Репродуктивная изоляция вьюрков Галапагосских островов

Различия в клювах и пищевых предпочтениях этих птиц приводят к снижению межвидового скрещивания. Отбор способствует накоплению отличий, что усиливает репродуктивную изоляцию и служит предпосылкой видообразования.



Образование новых экологических ниш

Накопление адаптивных отличий в популяциях позволяет заселять разнообразные экологические ниши. Этот процесс подкрепляется отбором, что стимулирует дивергенцию и появление новых видов с уникальными чертами.

Ограничения и альтернативы естественного отбора

Генный дрейф, случайные изменения в частотах аллелей, особенно значим в маленьких популяциях, влияет на эволюцию независимо от отбора.

Миграция и перемещение организмов между популяциями способствуют генетическому обмену и изменению генофонда, воздействуя на адаптивные процессы.

Искусственный отбор человеком играет значительную роль в формировании хозяйственно важных признаков у животных и растений, отражая целенаправленное воздействие на эволюцию.

Естественный отбор взаимодействует с этими механизмами, создавая сложную систему, управляющую изменениями в биологических сообществах.



Значимость форм естественного отбора в биологии



Понимание естественного отбора и его форм является ключом к изучению эволюции и сохранению биологического разнообразия, что открывает пути к эффективным научным и природоохранным практикам.