



Видообразование как итог микроэволюции

Микроэволюция ведёт популяции к появлению новых видов.

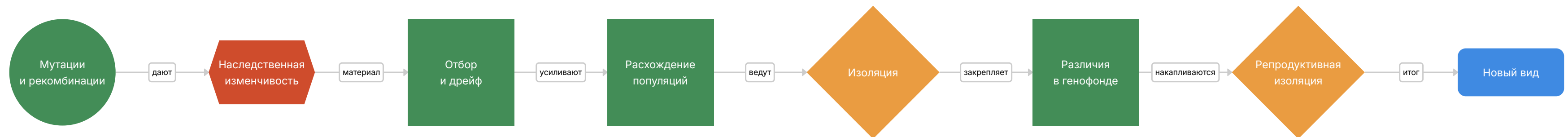
Как популяции становятся разными видами

Микроэволюция незаметно меняет генофонд популяций: частоты аллелей, состав наследственной изменчивости и направления отбора. Пока обмен генами свободен, вид сохраняется; когда накапливаются барьеры скрещивания, возникает новая эволюционная линия, способная существовать самостоятельно.



От изменений в популяции к новому виду

Схема показывает последовательность микроэволюционных этапов и рост самостоятельности популяций.



Источники наследственной изменчивости в популяциях

1 Мутации

Мутации создают новые аллели и могут формировать неожиданные варианты признаков. Именно они пополняют наследственный материал, с которого начинается дальнейшее эволюционное изменение популяций.

2 Рекомбинации

Кроссинговер, независимое расхождение хромосом и случайное сочетание гамет постоянно перестраивают уже имеющиеся гены. Благодаря этому потомство получает множество новых комбинаций признаков.

3 Дрейф генов

В малых популяциях частоты аллелей могут заметно меняться случайно, без явной связи с приспособленностью. Такие колебания особенно сильно влияют на редкие варианты генов.

4 Материал для отбора

Все перечисленные процессы не создают новый вид сами по себе, но формируют разнообразие, на котором затем действует естественный отбор. Без изменчивости эволюция была бы невозможна.

Основные пути видообразования

Оба пути приводят к одному результату, но запускаются разными барьерами обмена генами и могут идти с разной скоростью.

Аллопатрия связана с пространственным разрывом, симпатрия — с изоляцией внутри общего ареала; итогом в обоих случаях становится прекращение свободного скрещивания.

Географическая изоляция как первый барьер

1

Природные преграды

Горы, реки, океаны, ледники и большие расстояния разрывают единый ареал и ограничивают перемещение особей. После этого обмен генами между популяциями резко уменьшается.

2

Самостоятельное развитие

Изолированные группы начинают эволюционировать независимо: в каждой накапливаются собственные мутации и признаки, полезные именно в местных условиях среды и климата.

3

Сила малых популяций

В небольших популяциях случайные изменения закрепляются быстрее, потому что генетический дрейф заметнее, а отбор может сильнее влиять на частоты аллелей.

4

Начало расхождения

Чем дольше сохраняется изоляция, тем меньше сходства между популяциями. Постепенно формируются различия, которые позже могут стать барьером для скрещивания.

Острова как лаборатория видообразования

Один предок — много форм

На изолированном острове потомки одного исходного вида часто сталкиваются с разными условиями и нишами. За несколько поколений они расходятся по признакам, хотя происхождение остаётся общим, а общий план строения легко узнаваем.



Вьюрки Дарвина

Галапагосские вьюрки показывают, как меняется форма клюва в зависимости от пищи. Одни виды лучше справляются с семенами, другие — с насекомыми, и это различие связывается с разными способами добывания корма.



Цихлиды африканских озёр

В крупных озёрах Африки цихлиды образовали множество видов, отличающихся питанием, поведением и экологическими предпочтениями. На одном и том же водоёме рядом существуют формы, занявшие почти не пересекающиеся ниши.



Экологическое видообразование

Разные ниши

Популяции могут жить в одном ареале, но использовать разные ресурсы, выбирать разные места размножения и по-разному реагировать на условия среды. Это снижает прямое столкновение и усиливает расхождение.

Отбор закрепляет различия

Если определённый вариант полезен в конкретной нише, естественный отбор постепенно повышает его частоту. Так популяции начинают расходиться даже без физической преграды между ними.

Сдвиг в поведении

Различия часто затрагивают время активности, способы поиска пищи, сезон размножения и брачное поведение. Даже небольшие изменения в этих признаках уменьшают вероятность случайного скрещивания.

Барьер обмена генами

Когда межпопуляционное скрещивание становится редким, накапливаются устойчивые различия в генофондах. В итоге возникает репродуктивная изоляция, а вместе с ней — новый вид.

Формы репродуктивной изоляции

Тип	Формы	Итог
Предзиготическая	сезонная, этологическая	спаривание не происходит
Постзиготическая	стерильность, гибель гибридов	потомство не размножается

Репродуктивные барьеры делятся на два крупных типа и по-разному препятствуют смешению генофондов.

Предзиготические барьеры не дают образоваться зиготе, а постзиготические делают гибридов нежизнеспособными или бесплодными. Оба механизма сохраняют границы вида.

Почему репродуктивная изоляция важнее внешнего сходства

1 Сходство обманчиво

Две популяции могут внешне почти не отличаться, но уже не скрещиваться между собой. Для биологии важна не только форма тела, а возможность обмена генами.

2 Критерий вида

Биологический вид определяется общностью генофонда и способностью давать плодовитое потомство. Если потомство не размножается, общность вида уже нарушена, даже при внешнем сходстве.

3 Эволюционная устойчивость

Репродуктивная изоляция делает различия устойчивыми и почти необратимыми. После её появления популяции начинают развиваться как самостоятельные линии, всё меньше зависящие друг от друга.

Роль естественного отбора в расхождении популяций

Разные условия — разные признаки

В одной и той же исходной популяции отбор поддерживает разные варианты признаков, если среда различается. То, что полезно в одном месте, может снижать выживаемость в другом.

Закрепление полезных изменений

Естественный отбор не создаёт наследственную изменчивость, а отбирает удачные сочетания уже возникших признаков. Со временем такие варианты становятся преобладающими и меняют генофонд популяции.

Дивергенция усиливается

Когда популяции живут в неодинаковых условиях, их признаки постепенно расходятся. Различия накапливаются в строении, окраске, сроках размножения и поведении, уменьшая вероятность успешного скрещивания.

От отбора к изоляции

Чем сильнее различаются адаптации, тем труднее популяциям поддерживать общий генофонд. Естественный отбор тем самым не только приспособливает, но и подготавливает репродуктивную изоляцию.

Факторы, ускоряющие видообразование

На скорость процесса влияет не один фактор, а их сочетание. Особенно быстро новые виды формируются там, где изоляция совпадает с резким изменением условий среды.

Наиболее сильный эффект дают изоляция и отбор; в малых популяциях и у растений полиплоидия дополнительно ускоряют закрепление различий.

Полиплоидия как быстрый путь у растений

Удвоение набора

Полиплоидия возникает при увеличении числа наборов хромосом. Такая перестройка может сразу изменить свойства организма и создать форму, которая уже не полностью совместима с исходной популяцией.

Новая изоляция

При несовпадении хромосомных наборов нарушается нормальное скрещивание и образование жизнеспособного потомства. Поэтому полиплоидные растения нередко оказываются репродуктивно изолированными почти сразу после возникновения.

Важна для злаков

Этот механизм особенно хорошо известен у культурных и диких злаков. У ряда растений, включая некоторые формы пшеницы, полиплоидия сыграла заметную роль в образовании новых линий.



Гибридизация и последующая изоляция



Когда две линии встречаются

Две близкие формы могут скрещиваться и давать потомство с промежуточными признаками. В зоне контакта появляются особи, сочетающие черты обоих родителей, и именно они показывают, как смешиваются признаки. Но без изоляции такие гибриды остаются лишь временным результатом контакта.

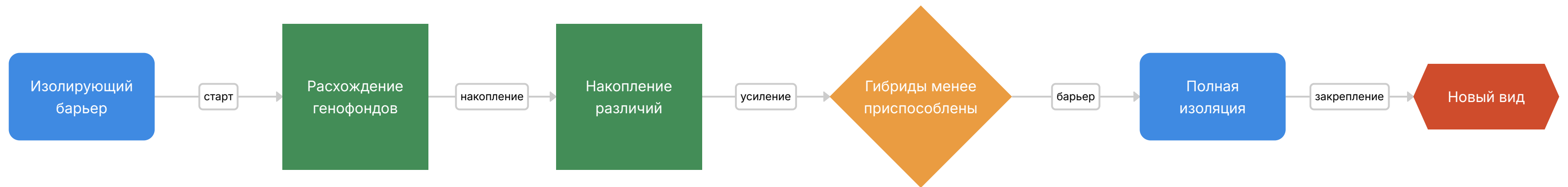


Если гибриды закрепляются

Иногда гибридная группа оказывается в отдельной нише или на ограниченной территории. Тогда она перестаёт постоянно смешиваться с исходными формами, накапливает собственные особенности и начинает воспроизводиться самостоятельно. В этот момент гибридизация становится началом нового эволюционного направления.

Путь от изоляции к новому виду

Последовательность микроэволюционных изменений, описываемая в школьном курсе биологии



Классические примеры видообразования

Вьюрки Дарвина

На Галапагосских островах потомки общего предка освоили разные источники пищи и заняли разные ниши. Изменения формы клюва помогли им специализироваться и стать отдельными видами.

Цихлиды озёр Африки

В молодых озёрах Восточной Африки возникло множество близких видов цихлид. Они различаются способом питания, поведением и строением, хотя имеют общее происхождение и тесно связаны между собой.

Островные формы

Изоляция на островах создаёт условия для быстрого расхождения популяций. Ограниченная территория, новые ресурсы и отсутствие постоянного обмена генами ускоряют накопление отличий.

Растения после перестроек

У некоторых растений новые виды возникали после полиплоидии или гибридизации. Такие случаи особенно наглядно показывают, как микроэволюционные изменения могут быстро привести к появлению самостоятельной линии.

Сравнение аллопатрического и симпатрического видообразования

Таблица показывает, чем различаются два основных пути образования новых видов и что у них общего.

Пути различаются условиями разрыва обмена генами, но в обоих случаях конечный результат один — репродуктивная изоляция и образование нового вида.

Признак	Аллопатрическое	Симпатрическое
Ареал	разный	общий
Главный барьер	географический	экологический
Чаще у	животных	растений
Итог	изоляция	изоляция

Что происходит с популяцией до появления нового вида

На ранних этапах изменения незаметны внешне, но уже меняют частоты аллелей. Затем различия накапливаются и затрагивают не только гены, но и поведение, сроки размножения и приспособленность.

Данные показывают, что по мере дивергенции скрещивание сокращается, а изоляция усиливается; именно так единая популяция разделяется на две самостоятельные линии.

Значение видообразования для биологического разнообразия

Рост числа видов



Каждое новое видообразование увеличивает общее число форм жизни. Благодаря этому биосфера становится разнообразнее, а экосистемы — более сложными и устойчивыми к изменениям.

Освоение ниш



Потомки общего предка могут использовать разные ресурсы и среды обитания. Видообразование позволяет одной эволюционной линии разделиться на несколько специализированных направлений.

Разные условия среды



Новые виды возникают в самых разных природных обстановках — на островах, в озёрах, в горах и на равнинах. Это показывает, насколько гибко живые организмы отвечают на изменения среды.

Итог микроэволюции



Биологическое разнообразие Земли складывается из множества подобных событий. Видообразование превращает накопленные микроперемены в долговременное эволюционное различие между группами организмов.

Видообразование завершает микроэволюцию

Микроэволюционные изменения становятся необратимыми, когда их закрепляют отбор и изоляция. Так из одной популяции постепенно возникает самостоятельный вид — основа биологического разнообразия Земли.

