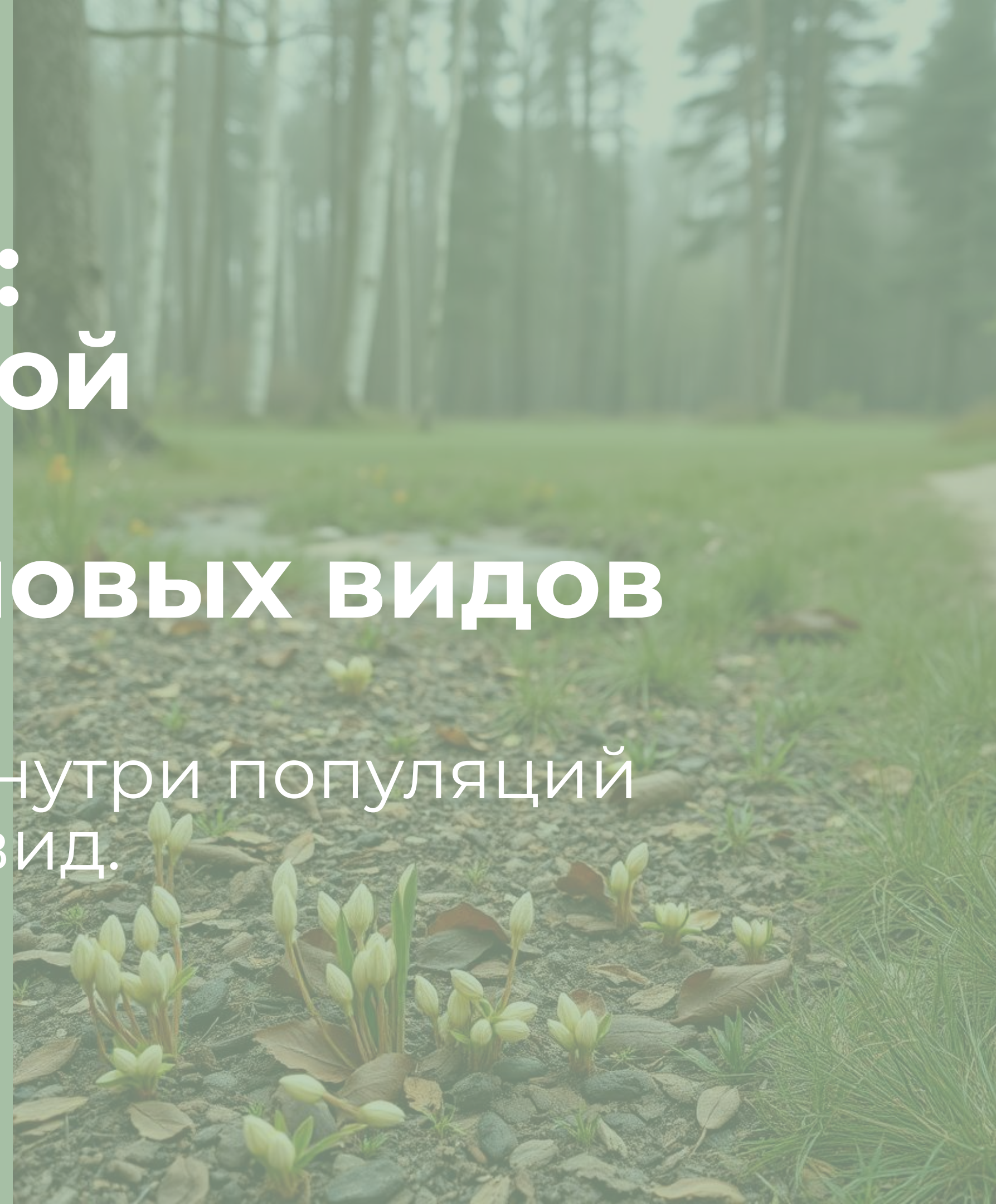


Микроэволюция: от наследственной изменчивости к образованию новых видов

Небольшие изменения внутри популяций
постепенно меняют сам вид.





Видообразование начинается с популяции

Эволюция происходит не с отдельной особью, а с популяцией. Именно в ее генофонде накапливаются мутации, рекомбинации, отбор и случайные изменения, которые со временем могут разделить один вид на несколько линий.

2

главных источника
наследственной
изменчивости
обеспечивают
разнообразие признаков
в популяции.

Без мутаций и комбинативных сочетаний аллелей отбору просто нечего закреплять: именно разнообразие делает микроэволюцию возможной.



Естественный отбор меняет частоты признаков в популяции

Полезные признаки

Если признак повышает выживаемость или успех размножения, его носители оставляют больше потомства. В результате такой вариант постепенно становится более распространённым в популяции.

Неблагоприятные варианты

Признаки, снижающие приспособленность, обычно передаются реже. Они не исчезают мгновенно, но их частота уменьшается по мере действия отбора в конкретных условиях среды.

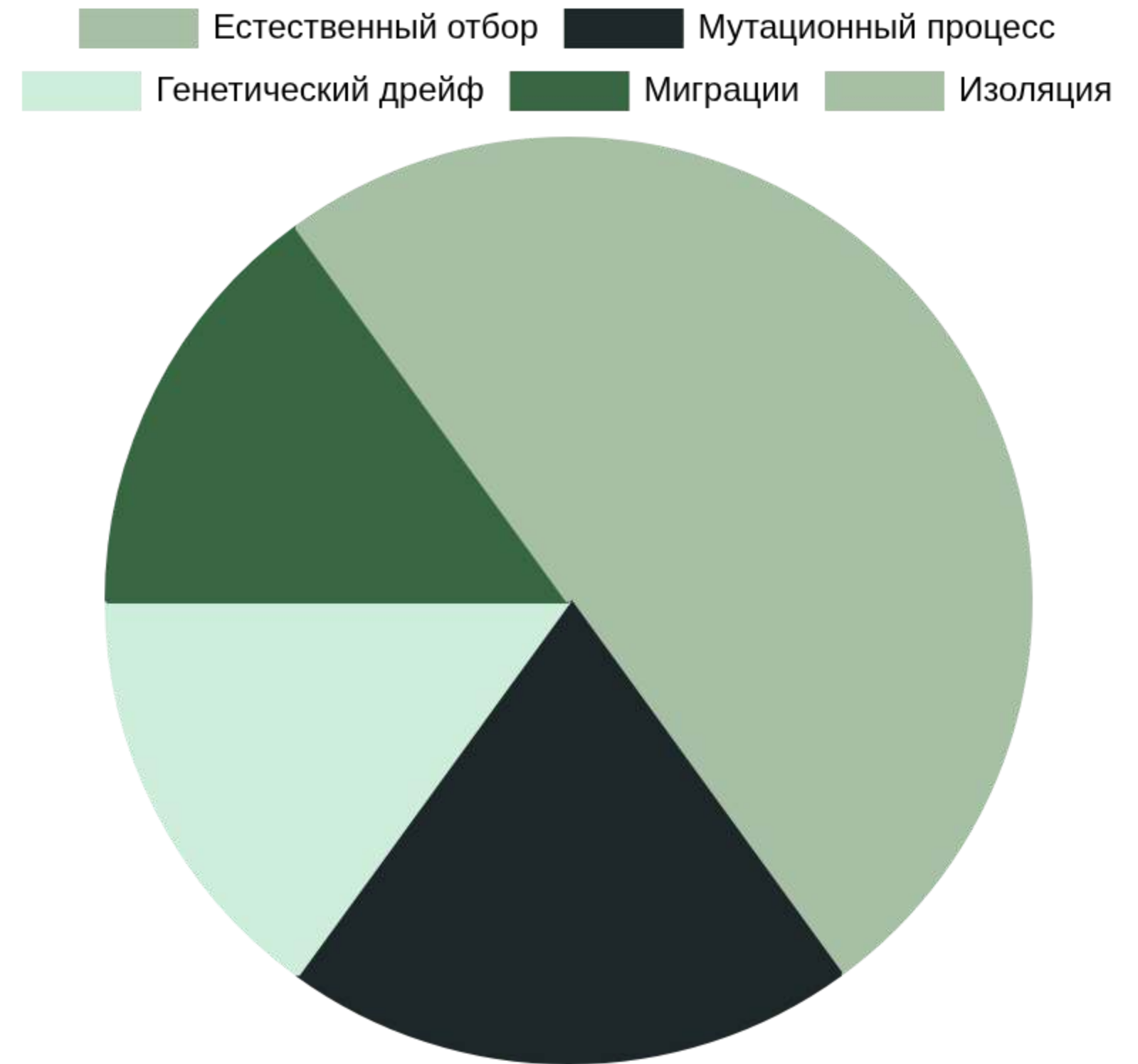
Наглядные примеры

Устойчивость бактерий к антибиотикам, индустриальный меланизм у березовой пяденицы и адаптации животных к среде хорошо показывают, как отбор меняет популяции на практике.

Основные факторы микроэволюции

Диаграмма показывает не точные измерения, а сравнительную значимость факторов в школьной модели микроэволюции.

Отбор задает направленность изменений, а дрейф, миграции и изоляция определяют их скорость и итог.



Схематическая оценка по школьному курсу биологии

Генетический дрейф и эффект основателя

01 Случайные колебания

Генетический дрейф — это случайное изменение частот аллелей. Он особенно заметен в малых популяциях, где даже нейтральные или вредные варианты могут распространиться без преимуществ.

02 Эффект основателя

Если новую территорию заселяет небольшая группа особей, ее генофонд оказывается неполным. Потомки наследуют случайно выбранный набор аллелей, поэтому состав популяции быстро смещается.

03 Бутылочное горлышко

После катастроф, эпидемий или массовой охоты численность может резко упасть. Выжившие особи не отражают исходное разнообразие, и случайность начинает сильнее влиять на эволюцию.

04 Эволюционные последствия

Дрейф не обязательно ведет к приспособлению. Он может закреплять даже невыгодные аллели и усиливать различия между изолированными группами, особенно при малой численности.



Главные формы изоляции



Географическая

Реки, горы, острова и ледники физически разделяют популяции. Когда обмен генами прекращается, различия накапливаются быстрее и путь к видообразованию становится короче.



Экологическая

Популяции могут жить в разных местообитаниях и использовать разные ресурсы. Даже без видимого барьера они редко встречаются, поэтому скрещивание происходит все реже.



Временная

Если сроки размножения не совпадают, особи не встречаются в период, когда возможно оплодотворение. Так возникает изоляция, связанная с сезонностью, климатом или суточной активностью.

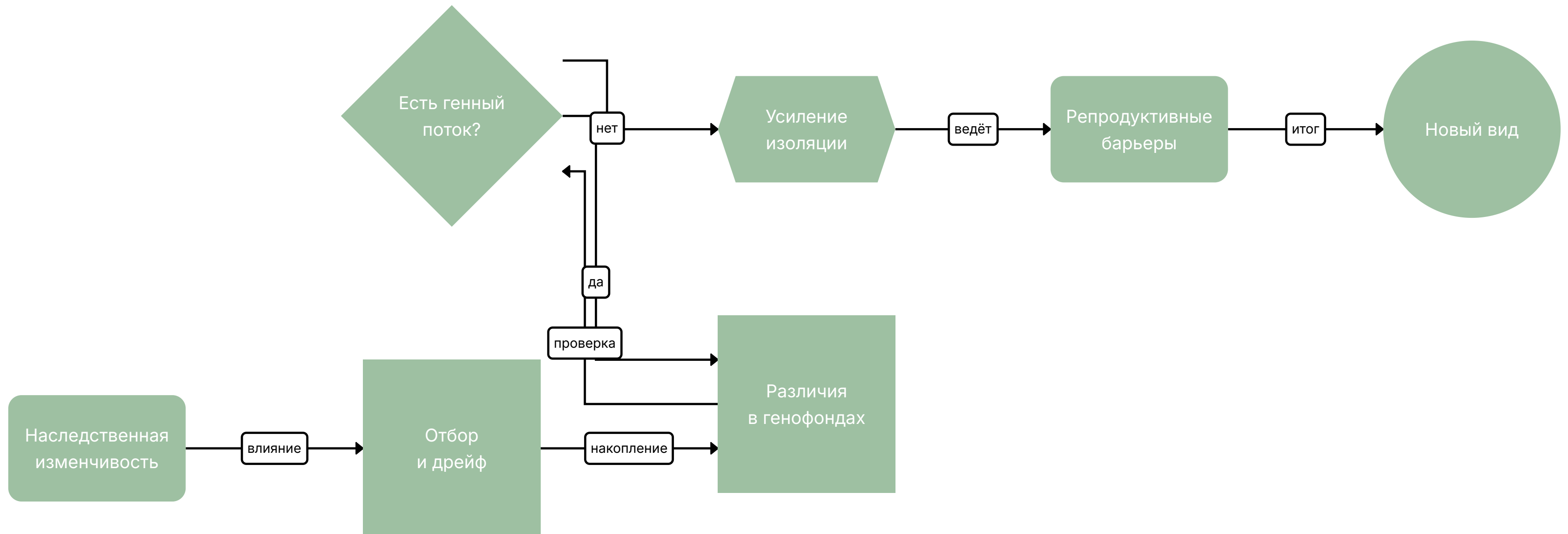


Поведенческая

У многих животных решающую роль играют сигналы ухаживания, звуки, запахи и ритуалы. Несовпадение поведения делает спаривание маловероятным даже при совместном обитании.

Как микроэволюция приводит к новому виду

Схема отражает накопление наследственных изменений и влияние генного потока на скорость расхождения популяций.



Репродуктивные барьеры между популяциями

01 До спаривания

Докопуляционные барьеры не дают особям встретиться, узнать друг друга или успешно спариться. К ним относятся различия в поведении, сроках размножения, строении органов и местообитаниях.

02 После скрещивания

Посткопуляционные барьеры проявляются уже после оплодотворения. Гибриды могут быть нежизнеспособными, хуже приспособленными или не способными оставить потомство, поэтому обмен генами не восстанавливается.

03 Пример стерильности

Классический пример — мул, гибрид лошади и осла. Он жизнеспособен, но обычно стерилен, поэтому не может передать свой генетический набор следующему поколению.

04 Эволюционный смысл

Чем надежнее барьеры, тем труднее популяциям вновь смешаться. Это закрепляет различия, накопленные в ходе микроэволюции, и приближает образование нового вида.





Типы изоляции и их роль в видообразовании

Сравнение показывает, что разные формы изоляции по-разному ограничивают обмен генами, но все они способствуют расхождению популяций.

Чем дольше сохраняется изоляция, тем сильнее накапливаются различия и тем выше вероятность появления нового вида.

Тип	Механизм	Пример	Результат
Географическая	Пространственный барьер	Река, горы	Нет обмена генами
Экологическая	Разные ниши	Разные кормы	Частичное расхождение
Этологическая	Разное поведение	Брачные сигналы	Не происходит спаривание
Временная	Разные сроки	Сезоны размножения	Популяции не встречаются
Генетическая	Несовместимость геномов	Гибриды	Потомство не образуется

Кольцевые формы как пример постепенного расхождения



Обход вокруг барьера

Вокруг горного массива или водной преграды популяции расселяются по цепочке соседних территорий. Каждая группа почти не отличается от соседней, поэтому скрещивание еще возможно. Но по мере удаления признаки постепенно расходятся, и крайние формы уже не узнают друг друга как партнеров.



Когда крайние группы уже не совместимы

На противоположных концах такого ареала изменения накапливаются сильнее, чем у ближайших соседей. В итоге крайние популяции перестают успешно скрещиваться, хотя между промежуточными звеньями сохраняется связь. Это наглядно показывает, как изоляция и малые различия могут привести к новому виду.

Классические примеры видообразования



Дарвиновы вьюрки

На Галапагосских островах разные популяции вьюрков заняли отдельные экологические ниши. Различия в форме клюва связаны с типом пищи и сделали близкие формы лучше приспособленными к конкретным условиям.

Африканские цихлиды

В озёрах Африки множество видов цихлид возникло сравнительно быстро. Разнообразие кормовых ресурсов, местообитаний и брачного поведения ускорило расхождение популяций даже при близком родстве.

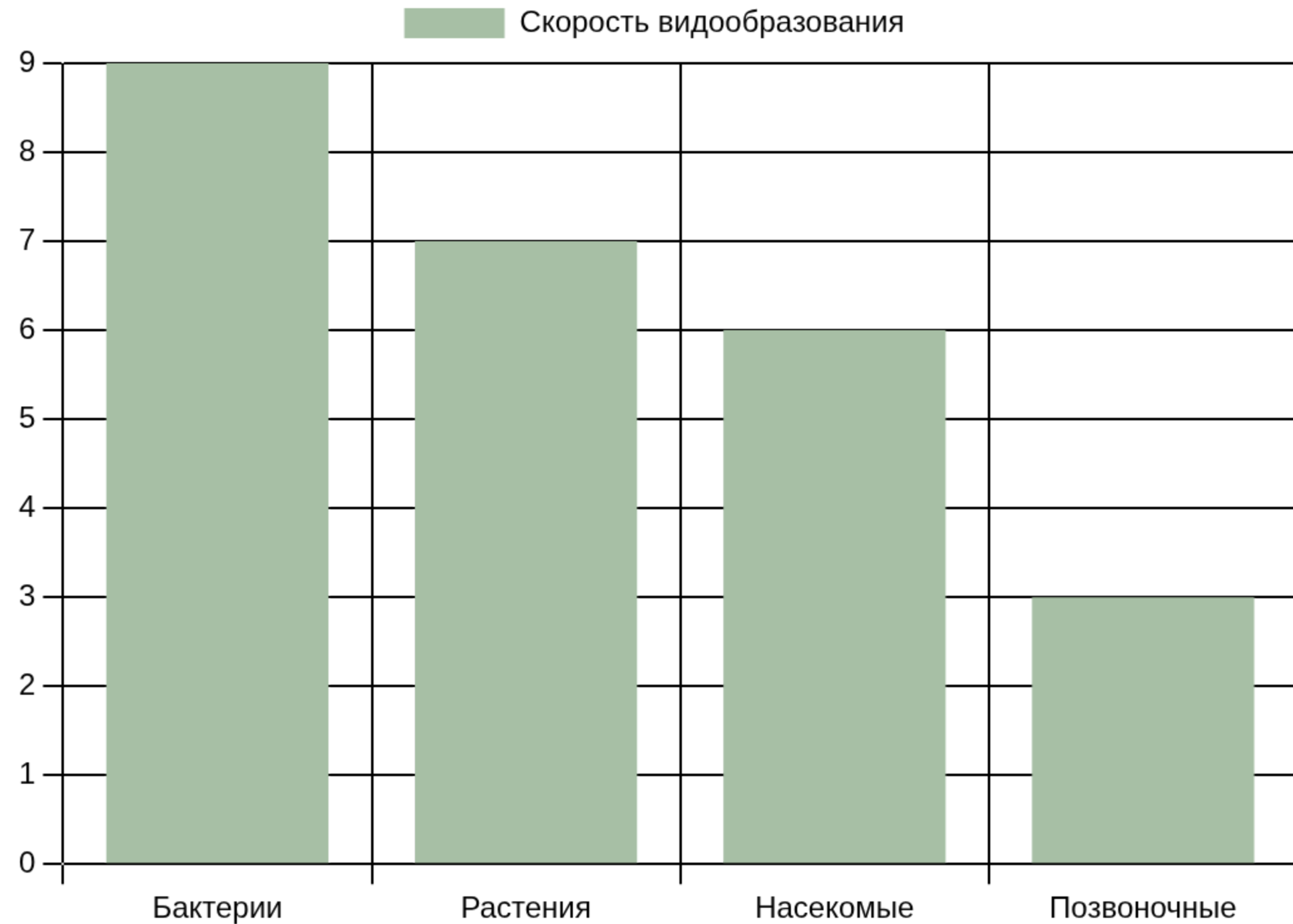
Полиплоидные растения

У растений удвоение числа хромосом может сразу нарушить скрещивание с исходной формой. Поэтому полиплоидия нередко создаёт новый вид быстрее, чем постепенное накопление мелких отличий.

Скорость видообразования у разных групп организмов

Различия связаны не только с наследственностью, но и с продолжительностью поколения, числом потомков и частотой появления изолированных популяций.

Чем короче цикл жизни и сильнее механизмы быстрой изоляции, тем быстрее накапливаются новые признаки и формируются виды.



Школьный курс биологии; качественная оценка по общим эволюционным закономерностям

Как адаптация ведёт к расхождению популяций

Изменение среды

Популяция сталкивается с новыми условиями: другим кормом, климатом, влажностью, освещённостью или давлением хищников. Естественный отбор начинает поддерживать признаки, полезные именно в этой обстановке.

Дивергенция

Если разные группы продолжают жить в неодинаковых условиях, их признаки расходятся всё сильнее. Это снижает обмен генами и подготавливает почву для появления репродуктивной изоляции.

Специализация

Со временем часть особей лучше использует определённую нишу и начинает отличаться по строению, поведению или срокам размножения. Различия усиливаются даже без полного пространственного разделения.

Доказательства микроэволюции в природе и в опыте

Наблюдение	Пример	Вывод
Антибиотики	Бактерии	Быстрый отбор
Инсектициды	Насекомые	Смена аллелей
Опыт	Дрозофила	Накопление различий
Полиплоидия	Растения	Новый вид

Примеры показывают, что изменение частот аллелей и признаков можно зафиксировать в природных популяциях и в лабораторных условиях.

Микроэволюция наблюдаема непосредственно: от устойчивости к препаратам до появления новых форм в контролируемом отборе.

Школьный курс биологии; примеры из учебной и лабораторной практики

Генетическая структура популяции

01 Частоты аллелей

Генетическая структура отражает, как часто в популяции встречаются разные аллели. При микроэволюции эти соотношения сдвигаются под действием отбора, дрейфа генов и миграций.

02 Генотипы и гетерозиготность

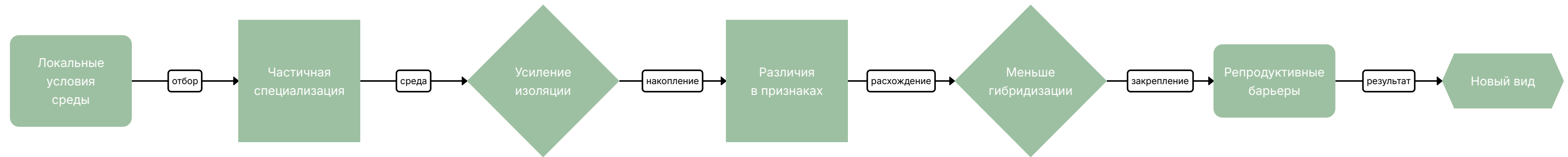
Важно не только распределение аллелей, но и сочетания генов в генотипах. Изменение доли гомозигот и гетерозигот влияет на разнообразие признаков и устойчивость популяции.

03 Генетические маркеры

Современные маркеры позволяют сравнивать родство популяций и обнаруживать скрытые различия между близкими видами. Это особенно важно, когда внешне они почти неразличимы.

От локальной адаптации к новому виду

Последовательность микроэволюционных изменений в популяции при длительной изоляции и отборе



Почему гибридизация не всегда разрушает видообразование

01 Гибриды не всегда жизнеспособны

После скрещивания потомство может оказаться слабым, нежизнеспособным или стерильным. В таком случае гибридизация не объединяет популяции, а лишь подтверждает наличие между ними барьеров.

02 Гибридизация как источник разнообразия

Иногда гибриды наследуют удачное сочетание признаков и получают преимущество в новой среде. Тогда скрещивание не тормозит эволюцию, а расширяет исходный набор вариантов для отбора.

03 Особая роль у растений

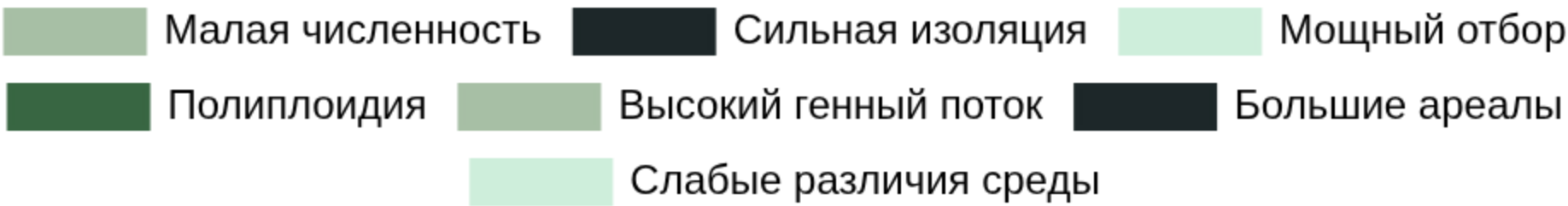
У растений гибридизация и полиплоидия встречаются особенно часто. Удвоение хромосом может сразу изолировать новую форму от исходных популяций и ускорить образование вида.



Факторы, ускоряющие и замедляющие видообразование

Одни и те же группы могут расходиться быстро или почти не изменяться — всё зависит от сочетания изоляции, отбора и обмена генами.

Когда изоляция и отбор сильнее генного потока, видообразование ускоряется; при широком обмене генами оно заметно замедляется.



Школьный курс биологии; обобщение факторов микроэволюции

Микроэволюция — путь к разнообразию жизни

Микроэволюция показывает, как мелкие наследственные изменения, отбор, дрейф и изоляция постепенно перестраивают популяции. Из таких шагов вырастает возникновение новых видов и всё богатство живой природы.