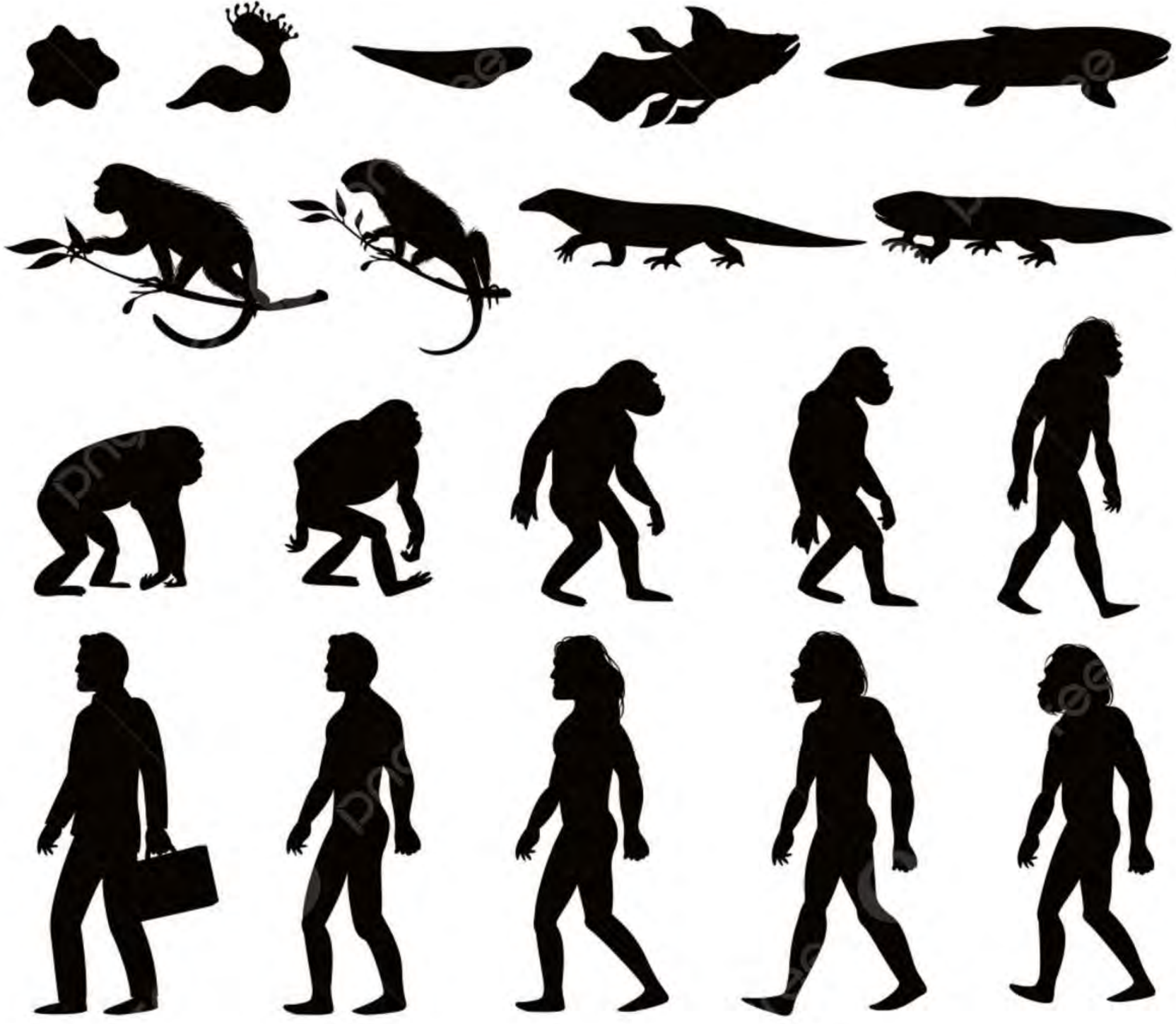


ЭЛЕКТРОННОЕ ПОСОБИЕ:

ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

Автор: Водопьянова М.С.

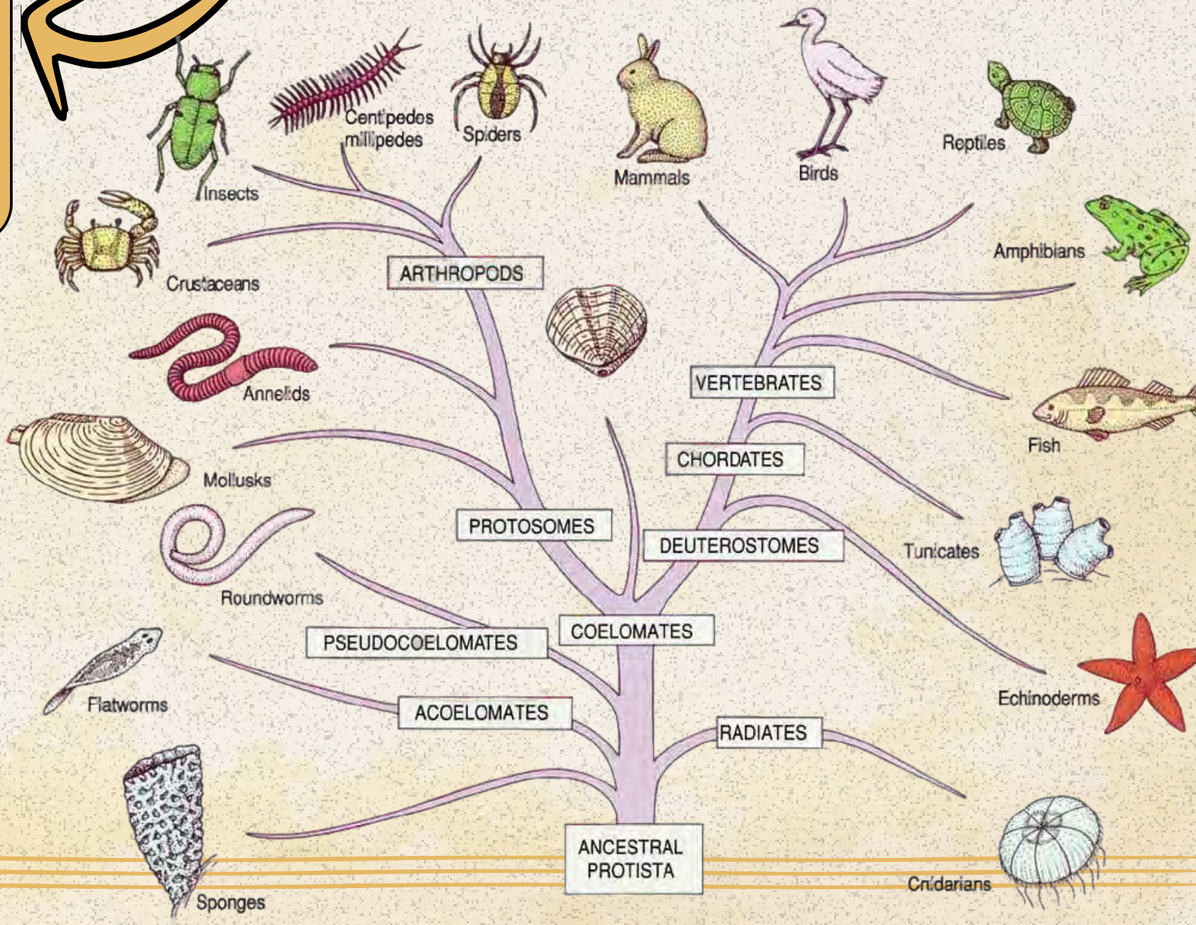
ВЕРСИЯ 1.0.

Модуль 1: Введение. Эволюционная идея и её доказательства

Тема 1.1. Определение эволюции

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ.

Биологическая эволюция — естественный процесс развития живой природы, сопровождающийся изменением генетического состава популяций, формированием адаптаций, видообразованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом.



ВИДЕО: Что такое эволюция и как её изучают.

Модуль 1: Введение. Эволюционная идея и её доказательства

Тема 1.1. Определение эволюции

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ.

Ключевые идеи:

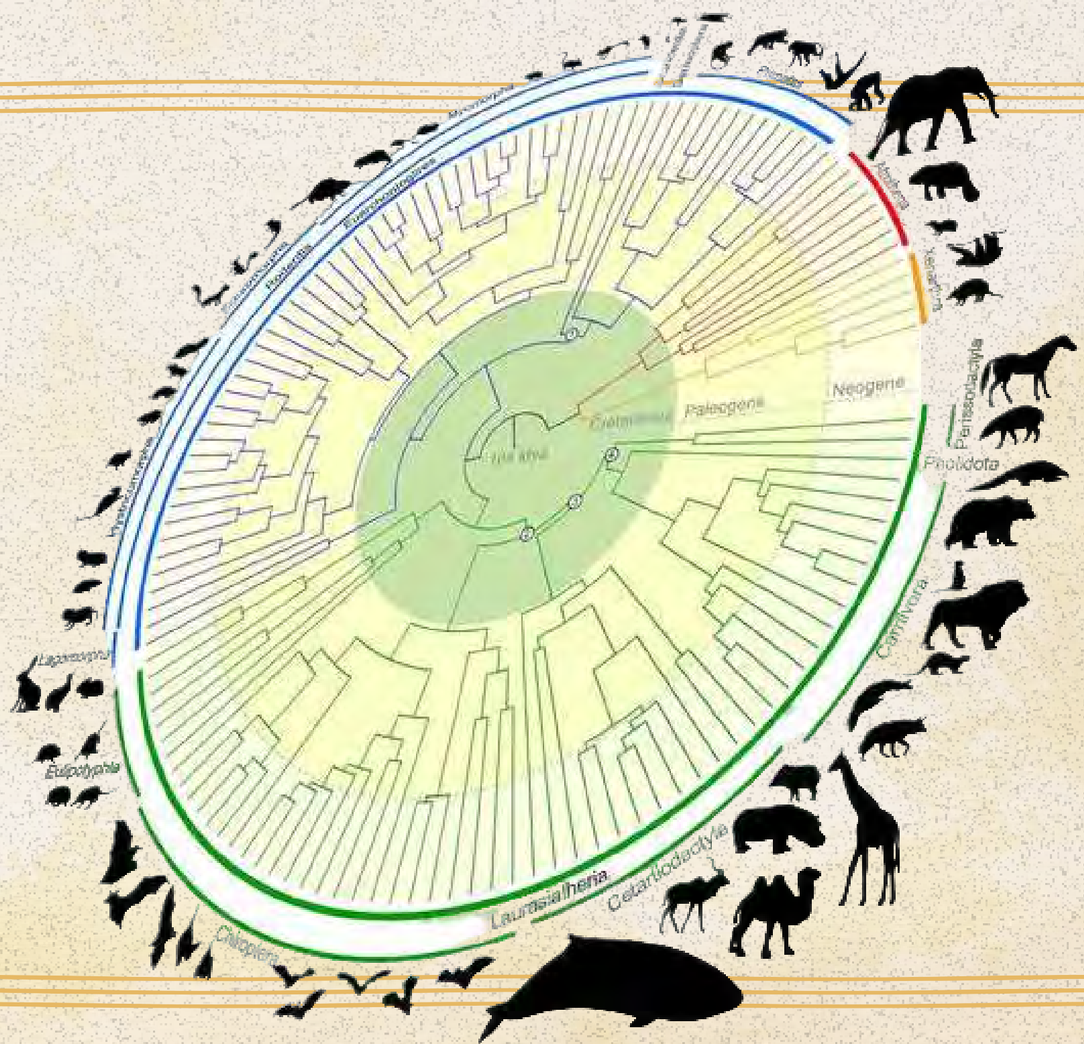
Изменяемость видов — виды не постоянны, они меняются под действием факторов среды.

Историческая преемственность — новые формы возникают от предковых.

Адаптация — результат эволюции: приспособленность организмов к среде обитания.

Дивергенция — расхождение признаков у родственных групп.

Прогресс и регресс — эволюция может вести как к усложнению, так и к упрощению.



Тема 1.1. Определение эволюции

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ.

Значение эволюционной теории:

Объясняет многообразие жизни и единство происхождения.

Является основой современной биологии (систематика, экология, генетика).

Имеет практическое применение: селекция, медицина (эволюция возбудителей), охрана природы.



Археоптерикс (лат. Archaeopteryx) — вымершее позвоночное, по морфологии занимал промежуточное положение между пресмыкающимися и птицами.

Эволюция — фундаментальное свойство живой материи, её движущие силы и результаты изучает эволюционная биология. Современное понимание базируется на синтезе дарвинизма и генетики.

Тема 1.2. Историческая справка

Развитие эволюционных идей

Эволюционные идеи прошли долгий путь от догадок античности до современной синтетической теории.

ВИДЕО: Развитие эволюционных идей

К. Линней



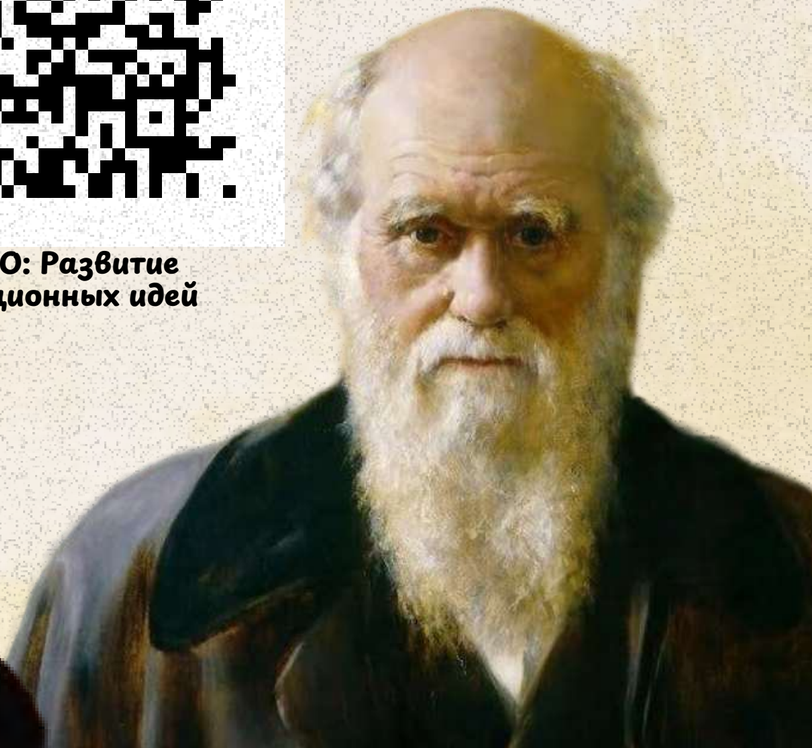
Аристотель



А. Уоллес



Ч. Дарвин



Тема 1.2. Историческая справка

Развитие эволюционных идей

Период	Ключевые фигуры	Вклад
Античность	Эмпедокл, Аристотель	Идеи изменяемости мира, "лестница существ" (градация живых форм)
XVII–XVIII вв.	Линней, Бюффон, Эразм Дарвин	Систематика природы, сомнения в неизменности видов, первые эволюционные догадки
Начало XIX в.	Жан Батист Ламарк	Первая целостная эволюционная теория: градация (стремление к совершенству) и наследование благоприобретённых признаков (закон упражнения/неупражнения органов)
Середина XIX в.	Чарльз Дарвин, Альфред Уоллес	Теория естественного отбора: изменчивость, наследственность, борьба за существование, выживание наиболее приспособленных. Главный труд: «Происхождение видов» (1859)

Тема 1.2. Историческая справка

Развитие эволюционных идей

Период	Ключевые фигуры	Вклад
Конец XIX – начало XX в.	Геккель, Вейсман, де Фриз	Развитие дарвинизма, критика ламаркизма, появление генетики, мутационная теория
1930–1940-е гг. (СТЭ)	С.С. Четвериков, Добржанский, Майр, Симпсон, Хаксли	Синтез дарвинизма и генетики: популяционная генетика, представление о микро- и макроэволюции, дрейфе генов, видах и видообразовании
Современный этап	Молекулярная биология, эволюционная геномика	Молекулярные доказательства, геномные сравнения, эволюционная биология развития (эво-дево), нейтральная теория М. Кимуры

Модуль 1: Введение. Эволюционная идея и её доказательства

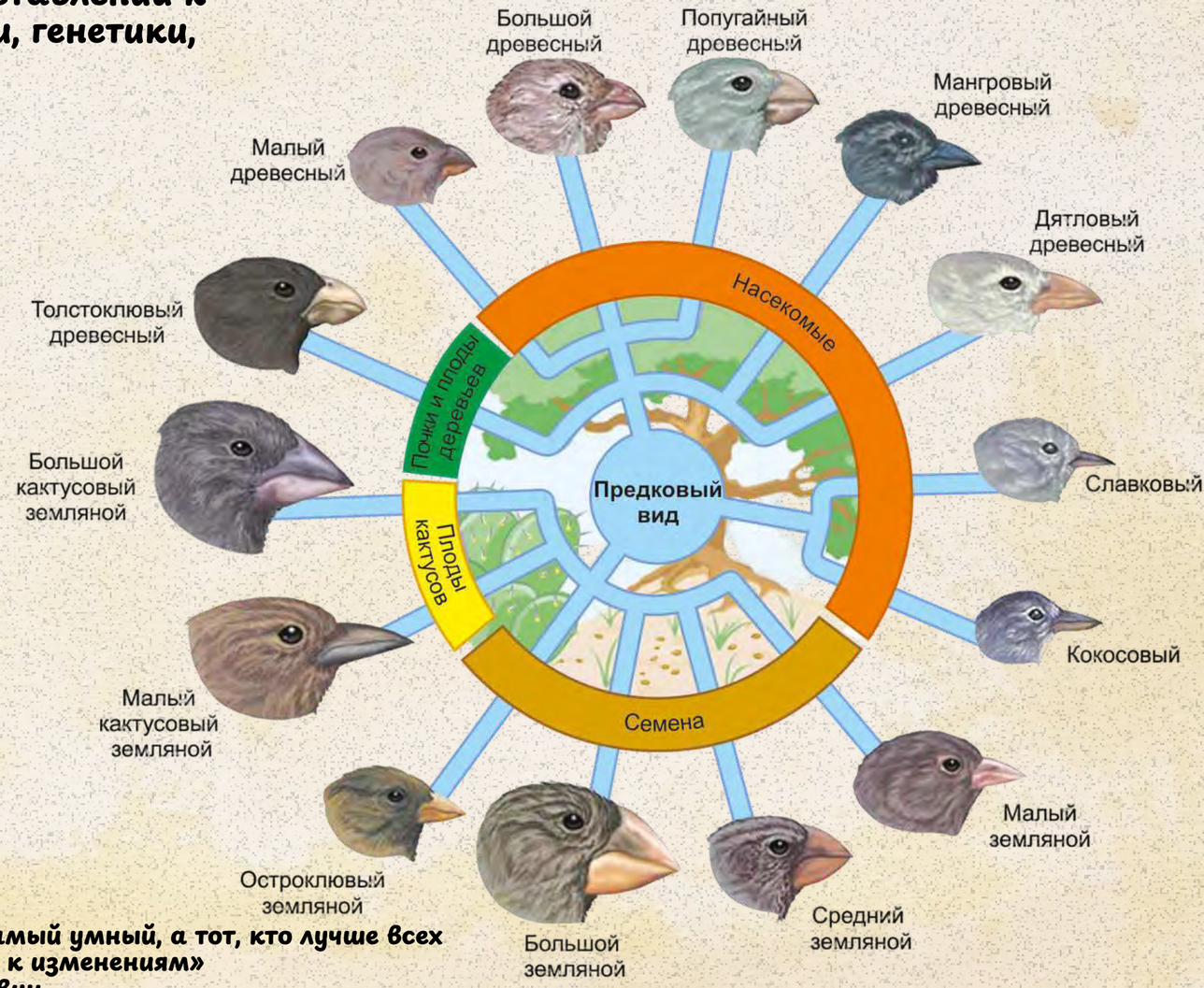
Тема 1.2. Историческая справка

Развитие эволюционных идей

Развитие эволюционных идей — это путь от умозрительных представлений к строгой научной теории, опирающейся на данные палеонтологии, генетики, молекулярной биологии и других дисциплин.

Эволюция от простейших организмов до высших форм происходит действием внутреннего «стремления к совершенству», присущего всему живому.
Ж.Б. Ламарк





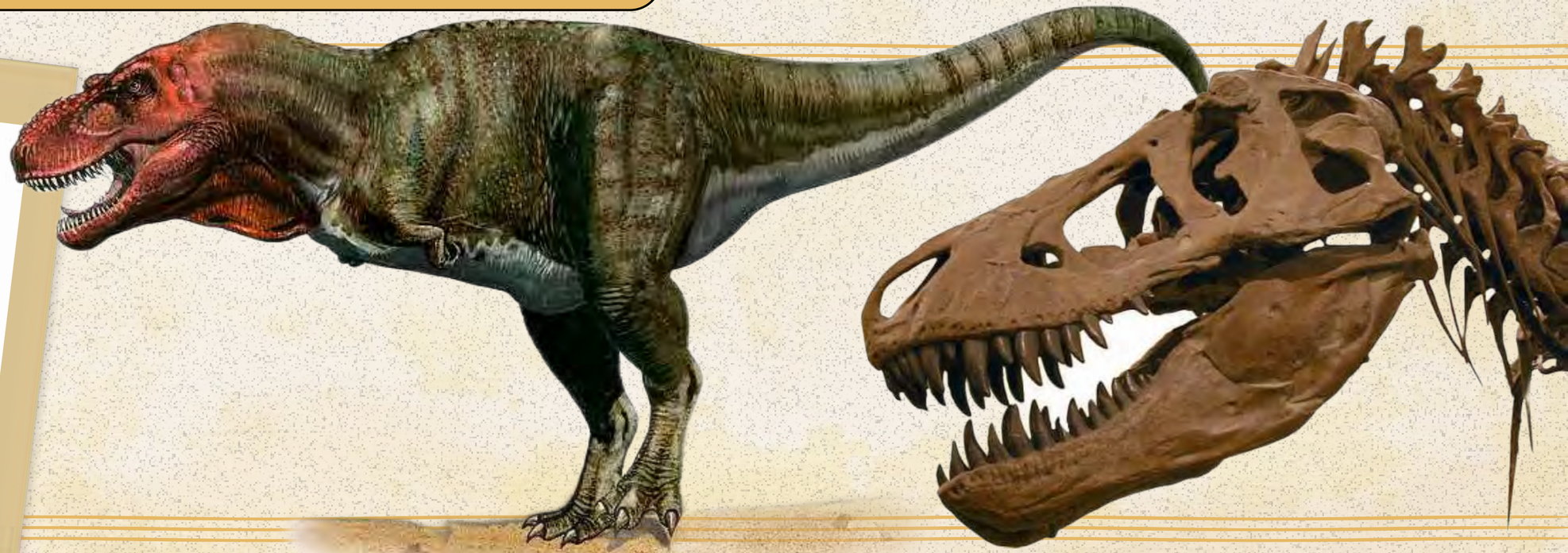
«Выживает не самый сильный и не самый умный, а тот, кто лучше всех приспосабливается к изменениям»
Ч. Дарвин

Тема 1.3. Доказательства эволюции

1. Палеонтологические.

Палеонтология — наука, изучающая остатки вымерших организмов, восстанавливающая их облик, выявляющая сходства и различия древних и современных видов.

Палеонтология даёт прямые свидетельства исторического развития жизни на Земле.



ВИДЕО: Зачем нужна палеонтолигия?

Тема 1.3.Доказательства эволюции

1. Палеонтологические.

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
1. Ископаемые переходные формы	Организмы, сочетающие признаки древних и более поздних групп	Археоптерикс (признаки рептилий и птиц), ихтиостега (рыбы и амфибии)	Связь между крупными таксонами, поэтапность эволюции
2. Филогенетические ряды	Последовательные ископаемые формы, показывающие постепенное изменение вида	Эволюция лошади (от эогиппуса до современной лошади)	Направленные изменения во времени, преемственность

Тема 1.3.Доказательства эволюции

1. Палеонтологические.

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
3. Ископаемые последовательности	Смена форм в геологических слоях	В древних слоях — более примитивные организмы, в молодых — сложные	Прогрессивное усложнение жизни во времени
4. Реликтовые формы	Ныне живущие виды, почти не изменившиеся за миллионы лет	Латимерия (кистепёрая рыба), гинкго	Связь современности с глубокой древностью

Тема 1.3. Доказательства эволюции

1. Палеонтологические.

КРАТКИЙ ИТОГ:

Палеонтологические доказательства показывают:

Реальность эволюции (смену форм во времени).
Постепенность изменений (филогенетические ряды).
Связь между группами (переходные формы).
Историческую преемственность жизни на Земле.



ВИДЕО: Как осуществляются раскопки.



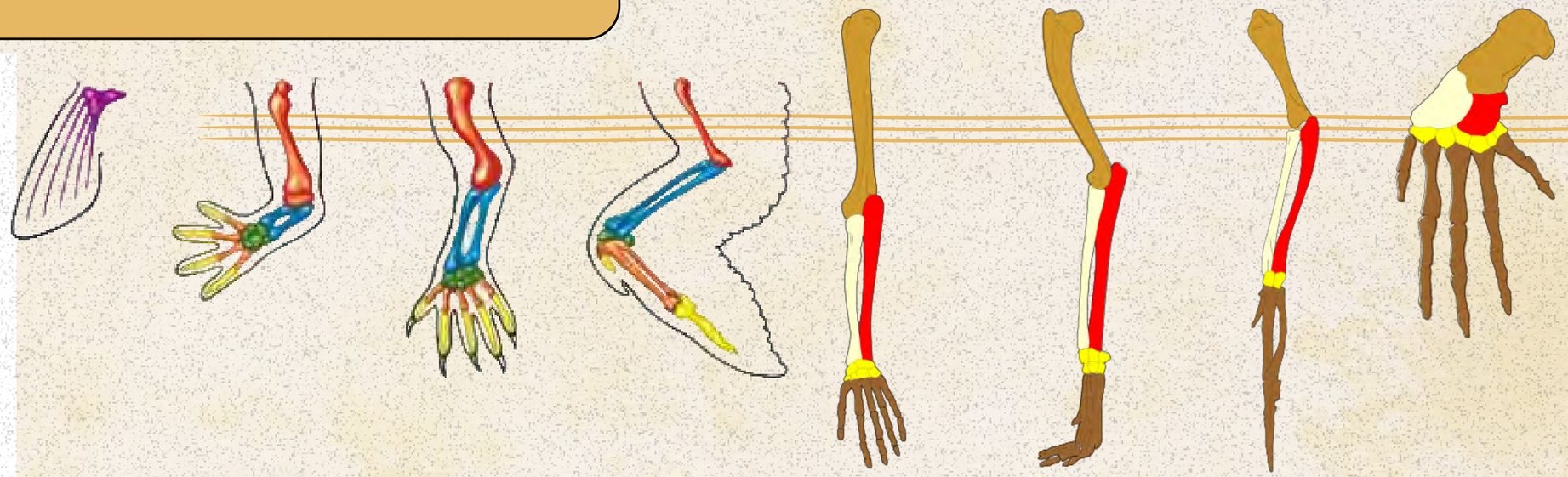


Тема 1.3. Доказательства эволюции

2. Сравнительно-анатомические

Сравнительная анатомия изучает сходства и различия в строении организмов. Эти данные подтверждают родство видов и историческое развитие.

ВИДЕО: Как работает сравнительная анатомия



Аналогичные органы(передние конечноти позвоночных)

Тема 1.3. Доказательства эволюции

2. Сравнительно-анатомические

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
1. Гомологичные органы	Органы, имеющие общее происхождение и сходный план строения, но выполняющие разные функции	Конечности позвоночных: рука человека, лапа крота, крыло птицы, ласт кита	Указывают на родство и дивергенцию от общего предка
2. Аналогичные органы	Органы, имеющие разное происхождение, но выполняющие сходные функции	Крыло бабочки (вырост хитина) и крыло птицы (видоизменённая конечность)	Показывают конвергенцию — независимое приспособление к одинаковым условиям

Тема 1.3. Доказательства эволюции

2. Сравнительно-анатомические

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
3. Рудименты	Органы, утратившие своё основное значение в ходе эволюции, но сохранившиеся у всех особей	Хвостатые дети, многососковость, обильный волосяной покров у человека	Свидетельствуют о наличии предков, у которых эти органы были развиты
4. Атавизмы	Появление у отдельных особей признаков, свойственных далёким предкам	Копчик у человека (остаток хвоста), аппендикс, малая берцовая кость у птиц	Подтверждают, что генетическая информация предков сохраняется и может проявиться

Тема 1.3. Доказательства эволюции

КРАТКИЙ ИТОГ:

Ключевые выводы:

Гомологичные органы доказывают общность происхождения и дивергентную эволюцию.

Аналогичные органы показывают конвергентную эволюцию под действием одинаковых условий среды.

Рудименты и атавизмы — прямое указание на историческое прошлое вида, на связь с предками.

2. Сравнительно-анатомические

Аналогичные органы



Жабры рыбы и рака



Колючки кактуса и боярышника



Крылья бабочки, птицы и летучей мыши



Копательные конечности крота и медведки



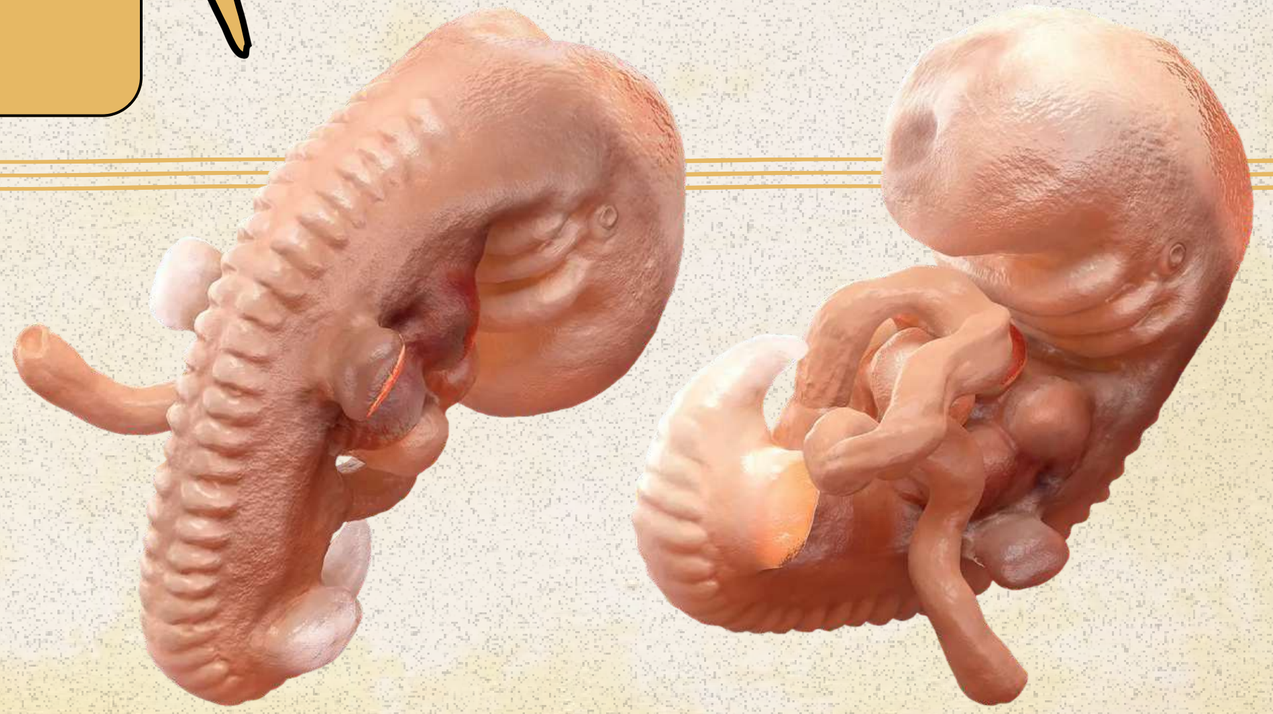
Усики гороха и винограда

Тема 1.3. Доказательства эволюции

3. Эмбриологические

Эмбриология изучает зародышевое развитие организмов. Сходство ранних стадий развития у разных групп указывает на их общее происхождение.

ВИДЕО: Эмбриология как наука



4-х недельный эмбрион человека

Тема 1.3. Доказательства эволюции

2. Сравнительно-анатомические

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
1. Закон зародышевого сходства (Бэр)	На ранних стадиях развития зародыши разных классов позвоночных похожи друг на друга; различия нарастают постепенно	Зародыши рыбы, тритона, черепахи, птицы, свиньи, человека на ранних стадиях почти неразличимы	Подтверждает общность происхождения всех позвоночных
2. Рекопитуляция (Геккель — Мюллер)	Онтогенез (индивидуальное развитие) есть краткое повторение филогенеза (исторического развития)	У зародышей наземных позвоночных есть жаберные щели (как у рыб), хвост	Указывает на предковые признаки, сохраняющиеся в эмбриогенезе

Тема 1.3. Доказательства эволюции

2. Сравнительно-анатомические

Основные типы доказательств:

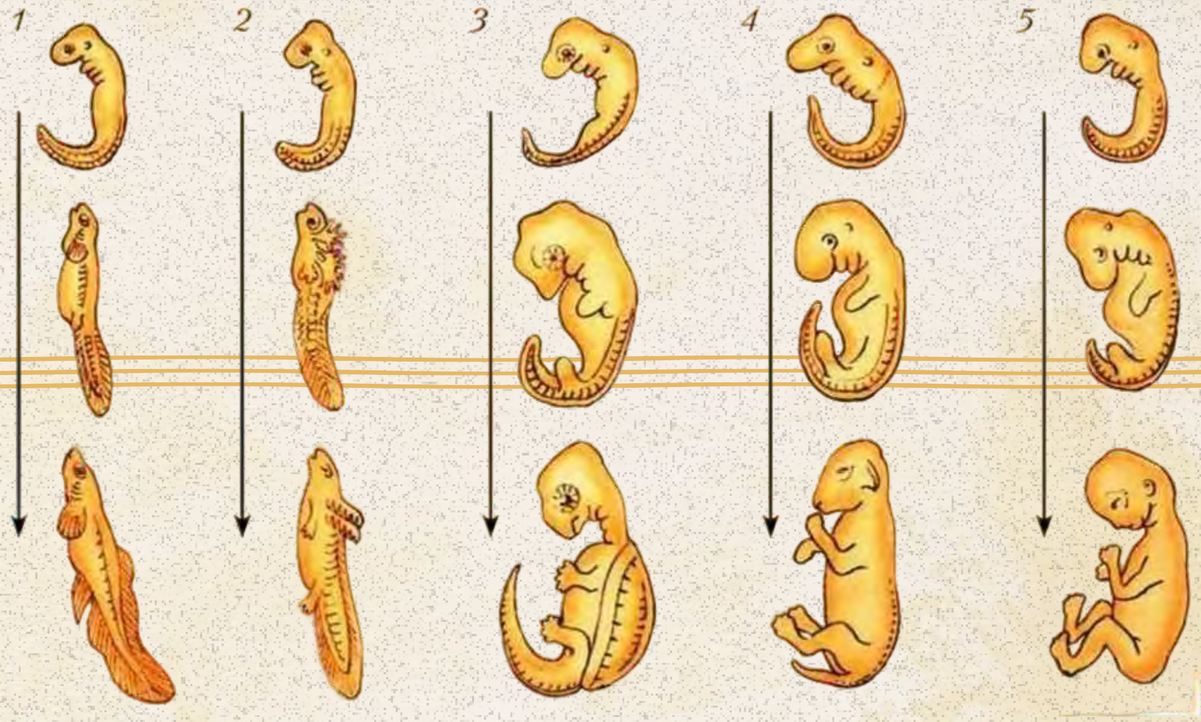
	Суть	Пример	Что доказывает
3. Закладка органов	У всех хордовых закладываются хорда, нервная трубка, кишечная трубка	Человек на ранних стадиях имеет хорду, которая позже заменяется позвоночником	Доказывает принадлежность к типу Хордовые
4. Рудименты в эмбриогенезе	Органы, которые закладываются, а затем редуцируются или преобразуются	Жаберные карманы у млекопитающих превращаются в слуховую трубу и миндалины	Показывает эволюционную преемственность

Тема 1.3. Доказательства эволюции

3. Эмбриологические

Закон зародышевого сходства (Карл Бэр)
«Зародыши последовательно переходят в своём развитии от общих признаков типа ко всё более специальным»

На ранних стадиях зародыши разных классов (рыбы, амфибии, рептилии, птицы, млекопитающие) неразличимы.
Сначала появляются признаки типа (хордовые).
Затем — признаки класса (млекопитающие).
Позже — отряда, семейства, рода.
В последнюю очередь — видовые особенности.

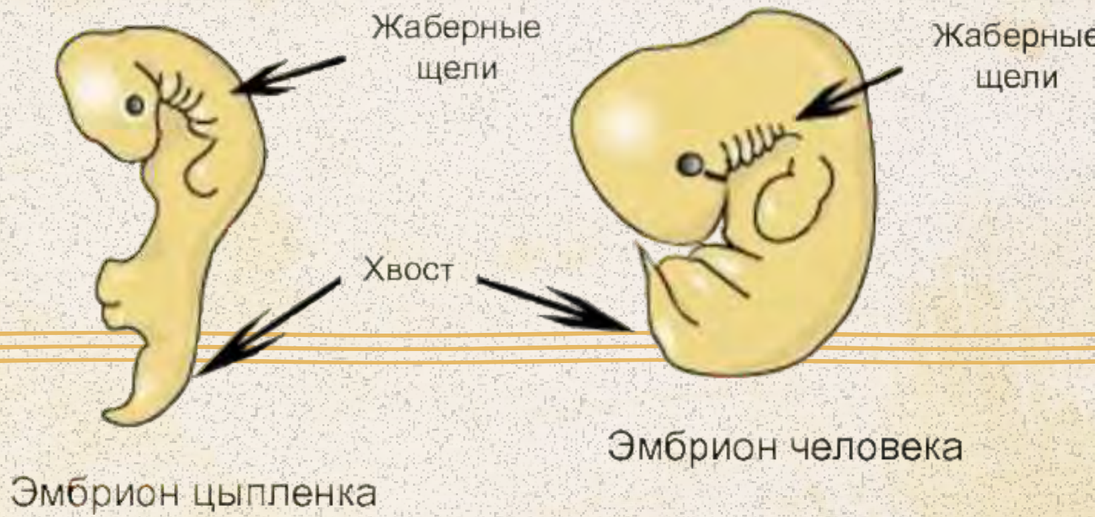


Эволюционный смысл: Чем раньше стадия, тем больше сходства с предками и родственными группами.

Тема 1.3. Доказательства эволюции

3. Эмбриологические

Биогенетический закон (Геккель — Мюллер)
«Онтогенез есть краткое и быстрое повторение филогенеза»



Зародыш в своём развитии как бы проходит через стадии своих предков.
У млекопитающих есть жаберные щели (повторение рыбьей стадии), потом зарастают.
У человека есть хвост, потом редуцируется.

Важное уточнение: Повторяются не взрослые стадии предков, а эмбриональные стадии. Закон работает с поправками (некоторые стадии могут выпадать или меняться).

Тема 1.3. Доказательства эволюции

3. Эмбриологические

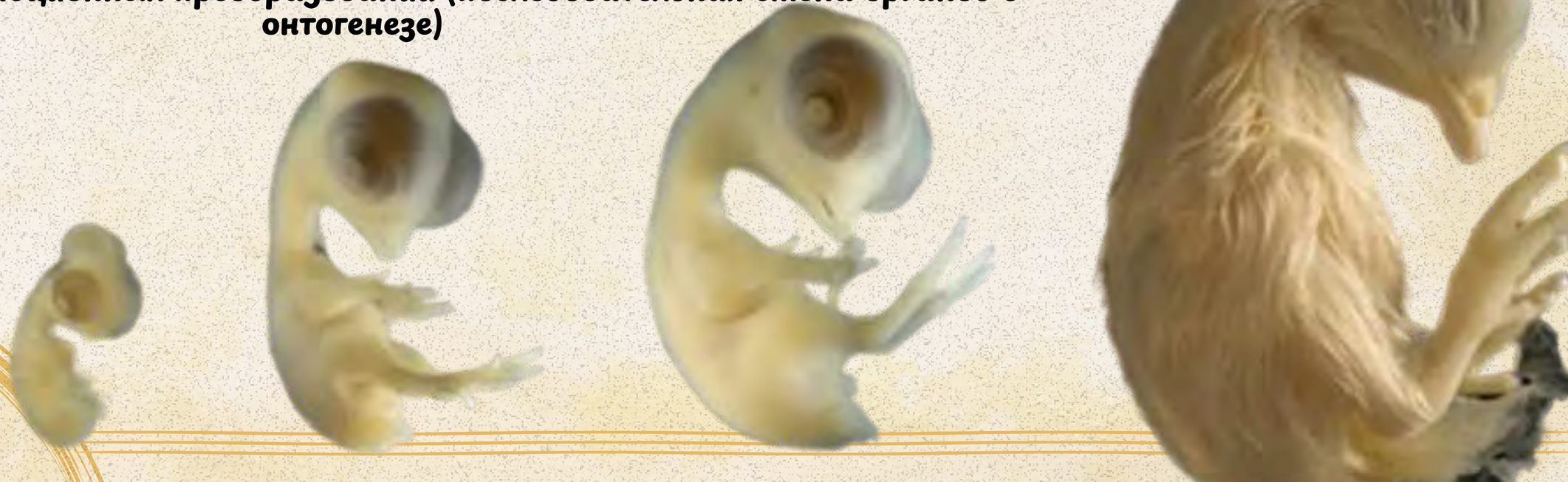
КРАТКИЙ ИТОГ:

Ключевые выводы:

Общность происхождения всех позвоночных (сходство зародышей).

Связь с предками (жаберные щели, хвост).

Постепенность эволюционных преобразований (последовательная смена органов в онтогенезе)



Тема 1.3. Доказательства эволюции

4. Биогеографические

Биогеография — наука о распространении живых организмов на Земле. Распределение видов по континентам и островам отражает их эволюционную историю и родство.



ВИДЕО: Биогеография как наука

Тема 1.3. Доказательства эволюции

4. Биогеографические

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
1. Островная фауна и флора	На островах много эндемиков (видов, нигде больше не встречающихся), но они сходны с видами ближайшего материка	Галапагосские вьюрки, гигантские черепахи, дарвиновы вьюрки	Острова заселяются с материка, а затем изолированные популяции эволюционируют самостоятельно
2. Сходство фаун при сходстве условий	В сходных климатических зонах, но на разных континентах обитают разные виды	Африканские саванны (антилопы, зебры, львы) и южноамериканские саванны (тапиры, пампасные олени, ягуары)	Сходство условий не создаёт одинаковые виды; различия объясняются раздельной эволюцией

Тема 1.3. Доказательства эволюции

4. Биогеографические

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
3. Различие фаун при сходстве условий	В сходных условиях на изолированных территориях — разные виды	Австралийские сумчатые (кенгуру, коала) и плацентарные млекопитающие других континентов	Длительная изоляция привела к независимой эволюции
4. Реликтовые ареалы	Виды, сохранившиеся только на ограниченной территории, но ранее широко распространённые	Латимерия (у Коморских о-вов), гаттерия (в Новой Зеландии), секвойя (в Калифорнии)	Некогда широко распространённые группы вытеснены на «островки» существования
5. Разрывы ареалов	Близкородственные виды обитают на разных континентах, разделённых океанами	Ламы (Юж. Америка) и верблюды (Азия, Африка) — общий предок жил до раскола континентов	Дрейф континентов разделил единую популяцию предков

Тема 1.3. Доказательства эволюции

4. Биогеографические

КРАТКИЙ ИТОГ:

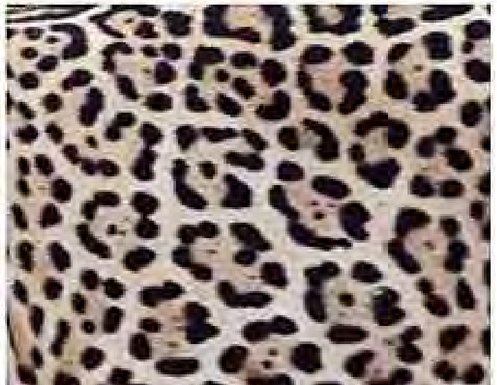
Биогеография показывает:

Общность происхождения видов на смежных территориях.
Влияние изоляции на видообразование.
Связь эволюции с геологической историей Земли (дрейф континентов, колебания уровня моря).
Пути миграций и расселения предковых форм.





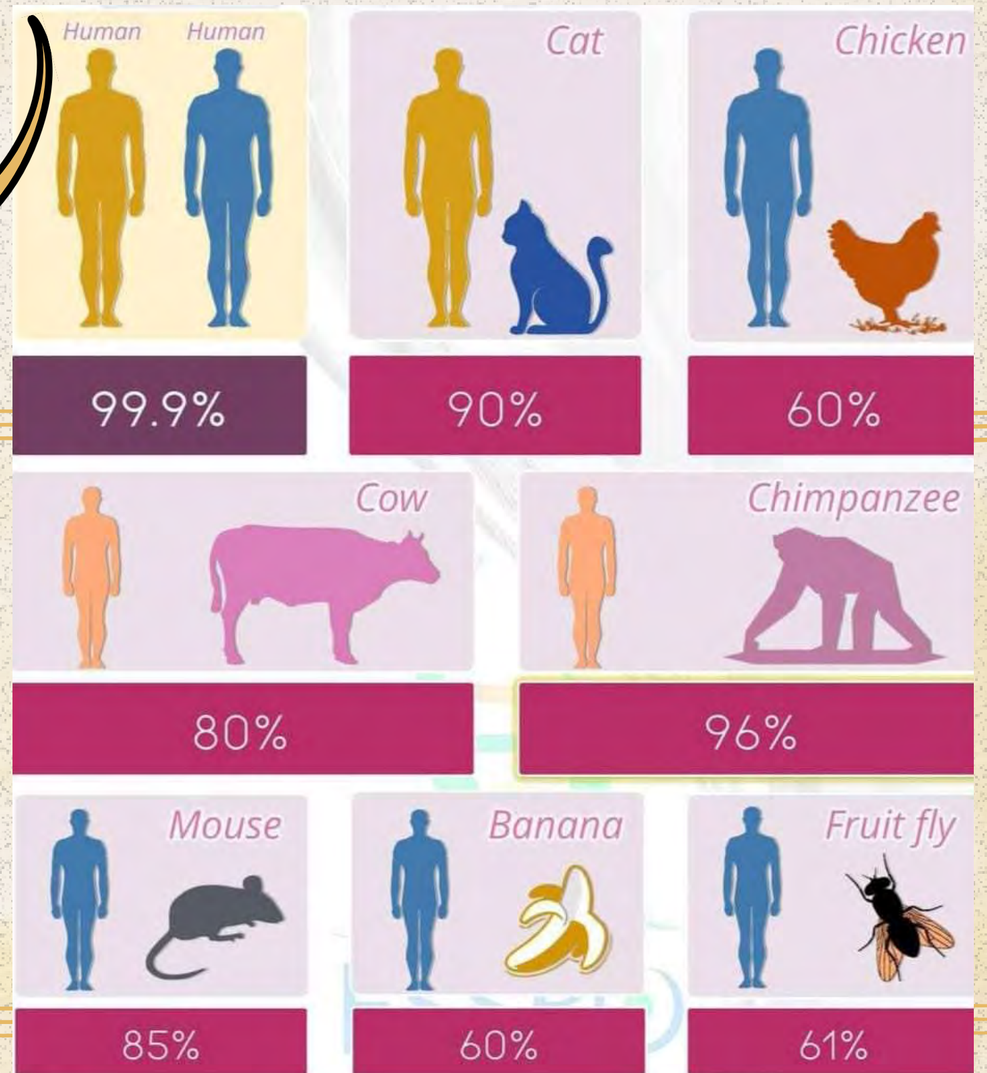





Тема 1.3. Доказательства эволюции

5. Молекулярно-генетические

Молекулярная биология и генетика позволяют сравнивать наследственный материал разных организмов на молекулярном уровне. Эти данные дают наиболее точные свидетельства родства и хода эволюции.



Тема 1.3. Доказательства эволюции

5. Молекулярно-генетические

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
1. Универсальность генетического кода	У всех организмов (от бактерий до человека) код ДНК и механизм синтеза белка одинаков	Один и тот же триплет нуклеотидов кодирует одну и ту же аминокислоту у всех живых существ	Все живые организмы произошли от единого предка, заложившего этот код
2. Гомология генов	У разных видов есть сходные гены, выполняющие сходные или разные функции	Гены Hox (контроль развития) у всех животных; гемоглобин у позвоночных	Указывает на общее происхождение генов от генов предка

Тема 1.3. Доказательства эволюции

5. Молекулярно-генетические

Основные типы доказательств:

	Суть	Пример	Что доказывает
3. Сходство последовательностей ДНК и белков	Чем ближе родство видов, тем больше сходство в нуклеотидных или аминокислотных последовательностях	ДНК человека и шимпанзе совпадают на ~98–99%; человека и мыши ~85%	Количественная мера степени родства; подтверждает данные морфологии и палеонтологии
4. Псевдогены и мусорная ДНК	У организмов есть нефункциональные участки ДНК, унаследованные от предков	Псевдогены обонятельных рецепторов у приматов (предки имели более развитое обоняние)	Свидетельствуют об эволюционном наследии: гены, которые были полезны предкам, но у потомков стали ненужными

Тема 1.3. Доказательства эволюции

5. Молекулярно-генетические

Ключевые выводы:

Единство происхождения — универсальность генетического кода и базовых молекулярных механизмов указывает на единый корень жизни.

Молекулярное родство — степень сходства ДНК и белков точно отражает филогенетические отношения, часто согласуясь с классической систематикой.

Эволюционные часы — по числу различий в нейтральных участках можно оценить время расхождения видов.

Молекулярные рудименты — псевдогены и «мусорная» ДНК хранят следы эволюционного прошлого.

Подтверждение макроэволюции — молекулярные данные подтверждают родство крупных таксонов (например, происхождение китов от парнокопытных).



Сравнение хромосомного набора человека и шимпанзе.

Тема 1.3. Доказательства эволюции

5. Молекулярно-генетические

КРАТКИЙ ИТОГ:

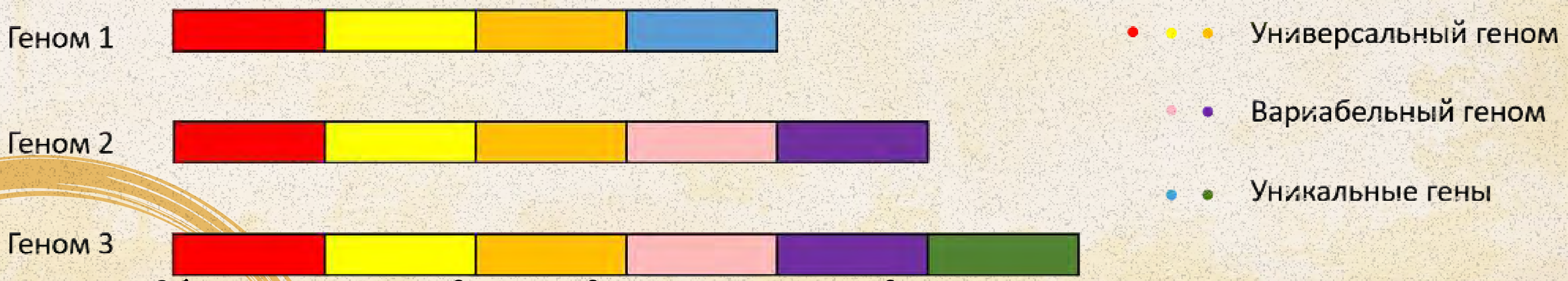
Молекулярно-генетические доказательства:

Показывают общность происхождения всех живых организмов.

Дают количественную меру родства (процент сходства ДНК).

Позволяют реконструировать филогенез и оценивать время событий.

Обнаруживают «молекулярные ископаемые» (псевдогены, транспозоны), подтверждающие эволюционную историю.



Общая схема геномов, показывающая наличие универсальнах последовательностей для всех живых организмов.

2.1. Генетическая основа эволюции.

1. ПОПУЛЯЦИИ

Популяция — совокупность особей одного вида, обитающих на общей территории, свободно скрещивающихся между собой и дающих плодовитое потомство.

Эволюционные процессы запускаются в популяциях организмов.

Яванский носорог- исчезающий вид, численность оставшейся популяции составляет 50 особей. Отделился от индийского носорога отдельный подвид около 1.7 млн. лет.

Особенности популяции:

Обладает общим генофондом.
Способна к самовоспроизводству .
Относительно обособлена от других групп, с представителями которых потенциально возможен генетический обмен.



2.1. Генетическая основа эволюции.

2. ГЕНОФОНД

Генофонд — понятие из популяционной генетики, описывающее совокупность всех генных вариаций (аллелей) определённой популяции или вида.

Популяция саванных африканских слонов (обитает на континенте вместе с лесным слоном). Находится под угрозой вымирания.



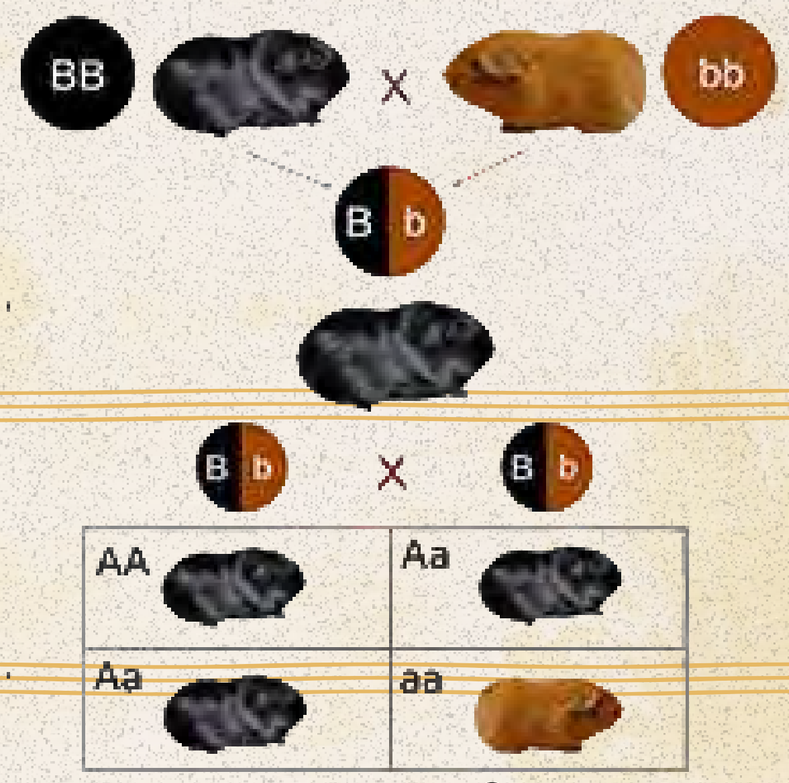
Ключевые характеристики:

Из чего состоит: Из всех аллелей (различных форм одного гена), присутствующих у особей.
Свойства: Динамичен, изменяется под действием факторов эволюции (отбор, мутации, дрейф генов).
Значение: Основа биологического разнообразия и эволюционного потенциала вида. Чем больше и разнообразнее генофонд, тем устойчивее вид к изменениям среды.

2.1. Генетическая основа эволюции.

3. Закон Харди—Вайнберга

Закон Харди—Вайнберга — это фундаментальный принцип популяционной генетики, который описывает состояние идеальной популяции, где частоты генов (аллелей) остаются неизменными из поколения в поколение при отсутствии эволюционных факторов.



Условия, при которых закон выполняется (идеальная популяция):

Неограниченно большая численность популяции.
Случайное скрещивание (панмиксия).
Отсутствие мутаций данного гена.
Отсутствие естественного отбора по этому признаку.
Отсутствие миграций (изоляция от других популяций).

Закон описывает ситуацию отсутствия эволюции. Если частоты генов меняются — значит, в популяции действуют эволюционные факторы (отбор, мутации, дрейф и т.д.).

Закон Харди-Вайнберга

«В идеальной популяции концентрация аллелей и частота генотипов из поколения в поколение остается неизменной».



Годфри Харди
(1877-1947)



Вильгельм Вайнберг
(1862-1932)

Аллель	Частота
A	p
a	q

$p + q = 1$

P: AA x aa
F1: Aa
F2: 1 AA
2 Aa
1 aa

Генотип	Частота
AA	p^2
aa	q^2
Aa	$2pq$

Если частота аллеля **A** равна p, а частота аллеля **a** – q, то частота генотипа **AA** – p^2, генотипа **aa** – q^2, генотипа **Aa** – 2pq.

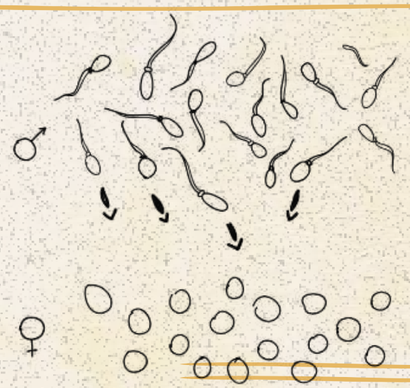
Идеальная популяция по Харди-Вайнбергу

1. Бесконечно большая
2. Со свободным скрещиванием
3. Нет мутаций и миграций
4. Все генотипы обладают одинаковой приспособленностью

Системы скрещивания

ПАНМИКСИЯ

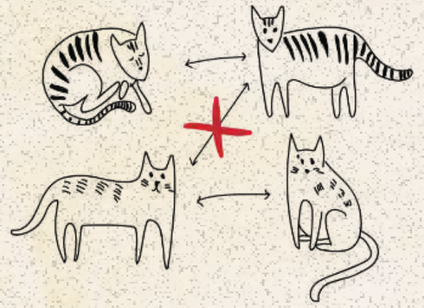
случайное скрещивание



Вероятность скрещивания не зависит от фенотипа

ГОМОГАМИЯ

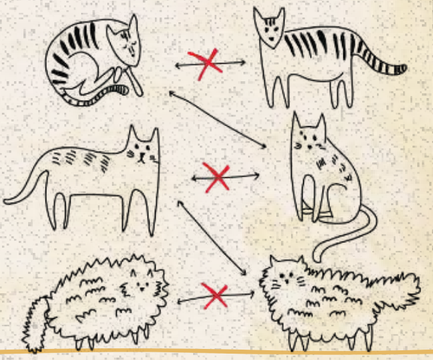
положительное ассортативное скрещивание



Вероятность скрещивания разных особей меньше, чем вероятность скрещивания одинаковых

ГЕТЕРОГАМИЯ

отрицательное ассортативное скрещивание



Вероятность скрещивания одинаковых особей меньше, чем вероятность скрещивания разных

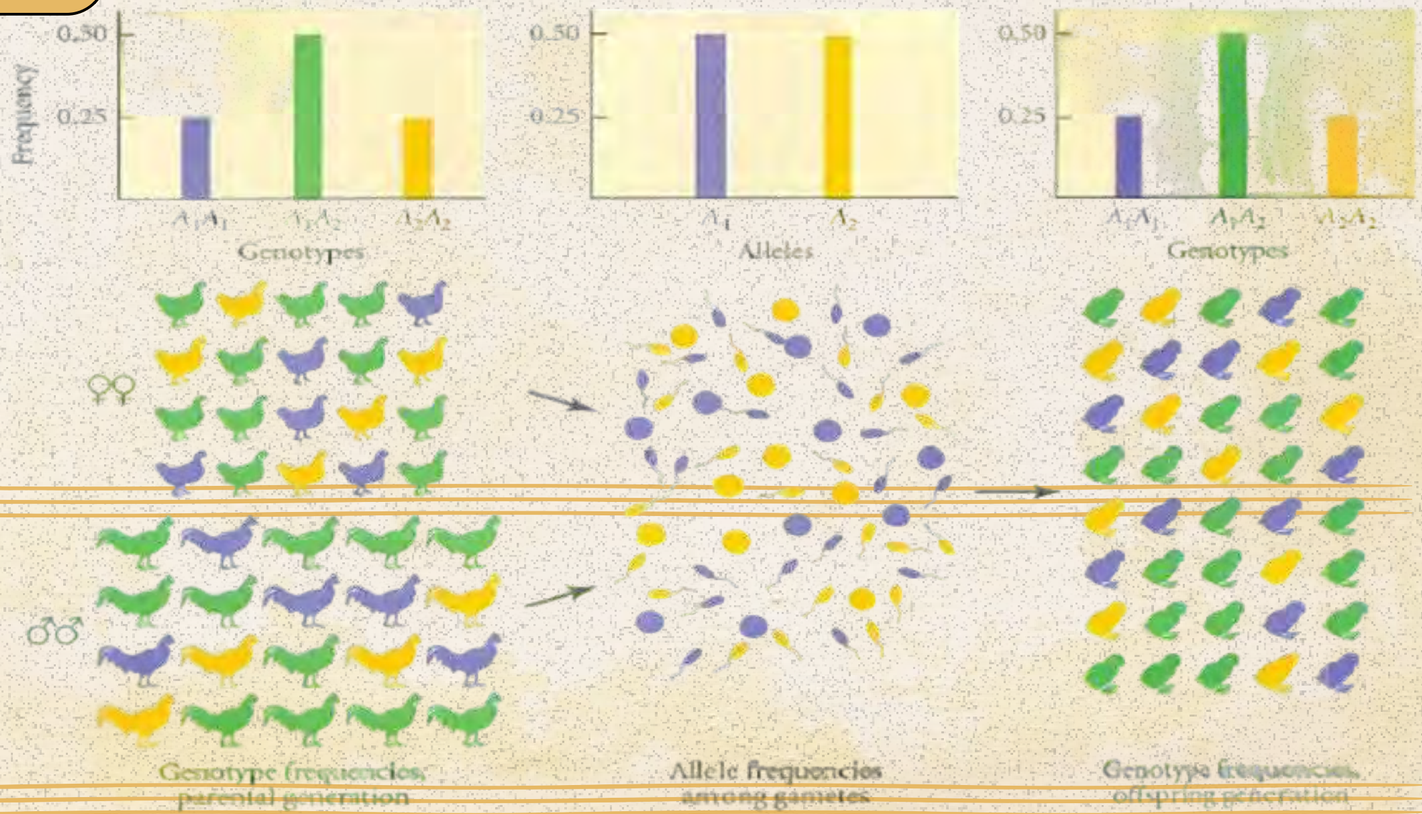
2.1. Генетическая основа эволюции.

2. Закон Харди—Вайнберга

КРАТКИЙ ИТОГ:

Закон Харди—Вайнберга — это математическая модель, показывающая, как сохраняется генетическое равновесие в идеальных условиях.

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

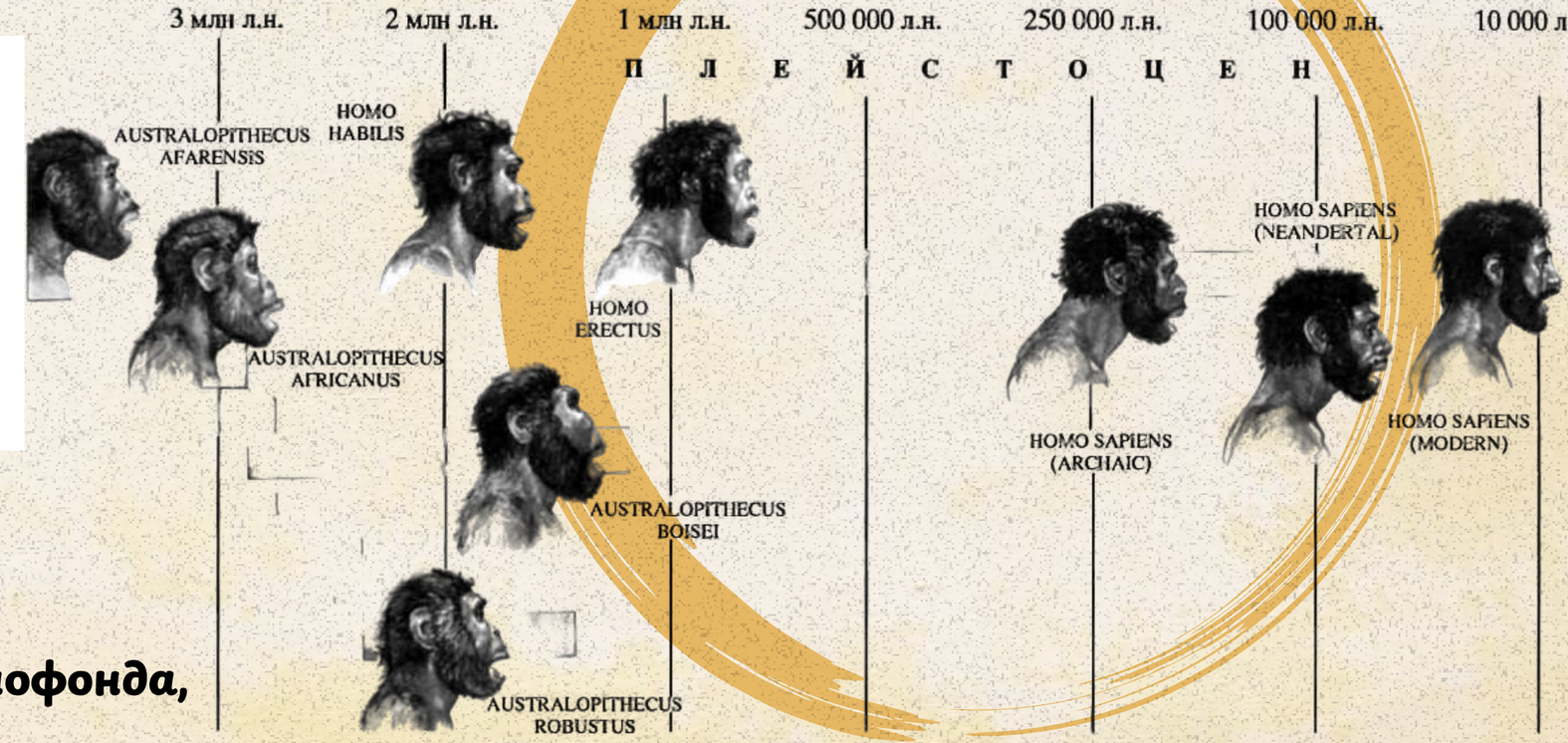


Любое отклонение от этой модели свидетельствует о том, что в популяции идет эволюционный процесс.

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

Движущие силы эволюции — это факторы, которые вызывают, направляют и закрепляют изменения в популяциях, приводя к эволюции.

ВИДЕО: движущие силы эволюции



Движущие силы (факторы) эволюции нарушают генетическое равновесие в популяциях (описанное законом Харди-Вайнберга) и приводят к изменению генофонда, т.е. к эволюции

Тема 2.3. Движущие силы эволюции

1.НАСЛЕДСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Наследственная изменчивость — это свойства организмов приобретать новые генетические признаки и передавать их потомкам.

Переносимость лактозы у человека во взрослом возрасте, вызвана мутацией, отключающей её непереносимость.



Что входит:

Мутации — изменения в структуре ДНК (генные, хромосомные, геномные).
Комбинативная изменчивость — новые сочетания уже существующих генов (возникает при скрещивании, кроссинговере, независимом расхождении хромосом).

Мутации- Это единственный источник принципиально нового генетического материала в эволюции.

Тема 2.3. Движущие силы эволюции

1.НАСЛЕДСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Источники наследственной изменчивости:

ИСТОЧНИК	Механизм	Эволюционное значение
Мутации	Случайные изменения ДНК	Создают новые аллели (гены, которых раньше не было)
Рекомбинации	Перетасовка генов при половом размножении	Создают новые комбинации уже существующих аллелей
Поток генов	Миграции особей из других популяций	Приносят чужие аллели в генофонд

Тема 2.3. Движущие силы эволюции

1.НАСЛЕДСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Роль наследственной изменчивости в эволюции:

Поставщик сырья	Создаёт разнообразие признаков	Без неё нечего отбирать — все особи были бы одинаковы
Основа адаптаций	Даёт материал для естественного отбора	Только из имеющихся вариантов отбор может выбрать полезные
Генетическая уникальность	Обеспечивает различие особей	Основа для дифференциального выживания и размножения
Эволюционный резерв	Накопляет нейтральные изменения	Могут стать полезными при смене условий среды
Материал для дрейфа генов	Даёт варианты для случайных процессов	В малых популяциях любые аллели могут закрепиться случайно

Тема 2.3. Движущие силы эволюции

1.НАСЛЕДСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

КРАТКИЙ ИТОГ:

Наследственная изменчивость — это способность организмов меняться генетически и передавать изменения потомкам.

Выведение различных пород собак связано с закреплением определенных мутаций у каждой из пород.



Наследственная изменчивость это фундамент эволюции — единственный источник генетического разнообразия, без которого невозможна работа ни естественного отбора, ни других эволюционных факторов.

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

2. БОРЬБА ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ

Борьба за существование— совокупность взаимоотношений между организмами и факторами внешней среды, которые определяют успех или неудачу разных особей данного вида в выживании и оставлении потомства.

Что делает:
сложные и многообразные взаимоотношения особей с окружающей средой (включая другие организмы) за возможность выжить и оставить потомство в условиях ограниченности ресурсов



Борьба за существование: хищник-жертва

Роль:
выявляет полезные наследственные изменения и "включает" механизм естественного отбора.

Тема 2.1. Движущие силы эволюции

2. БОРЬБА ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ

Суть борьбы за существование:

Рождается больше особей, чем может выжить.

Ресурсы (пища, территория, свет) всегда ограничены.

Возникает конкуренция, прямое или косвенное соперничество.

Что делает:
сложные и многообразные взаимоотношения особей с окружающей средой (включая другие организмы) за возможность выжить и оставить потомство в условиях ограниченности ресурсов



Борьба за существование: отношения травоядные-растения

Тема 2.1. Движущие силы эволюции

2. БОРЬБА ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ

ФОРМЫ БОРЬБЫ ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ:

Внутривидовая борьба (наиболее острая).	Между кем: Между особями одного и того же вида.	Причина: Потребности у них одинаковые
Межвидова борьба	Между кем: Между особями разных видов	Причина: Потребности частично совпадают
Борьба с неблагоприятными условиями.	Между кем: Между организмами и абиотическими факторами.	Причина: суровые условия

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

2. БОРЬБА ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ

КРАТКИЙ ИТОГ:

Борьба за существование — это объективная реальность, заставляющая организм «доказывать» свою приспособленность. Без неё естественный отбор не работал бы.

Борьба за существование не создаёт новые признаки, а создаёт условия для естественного отбора.



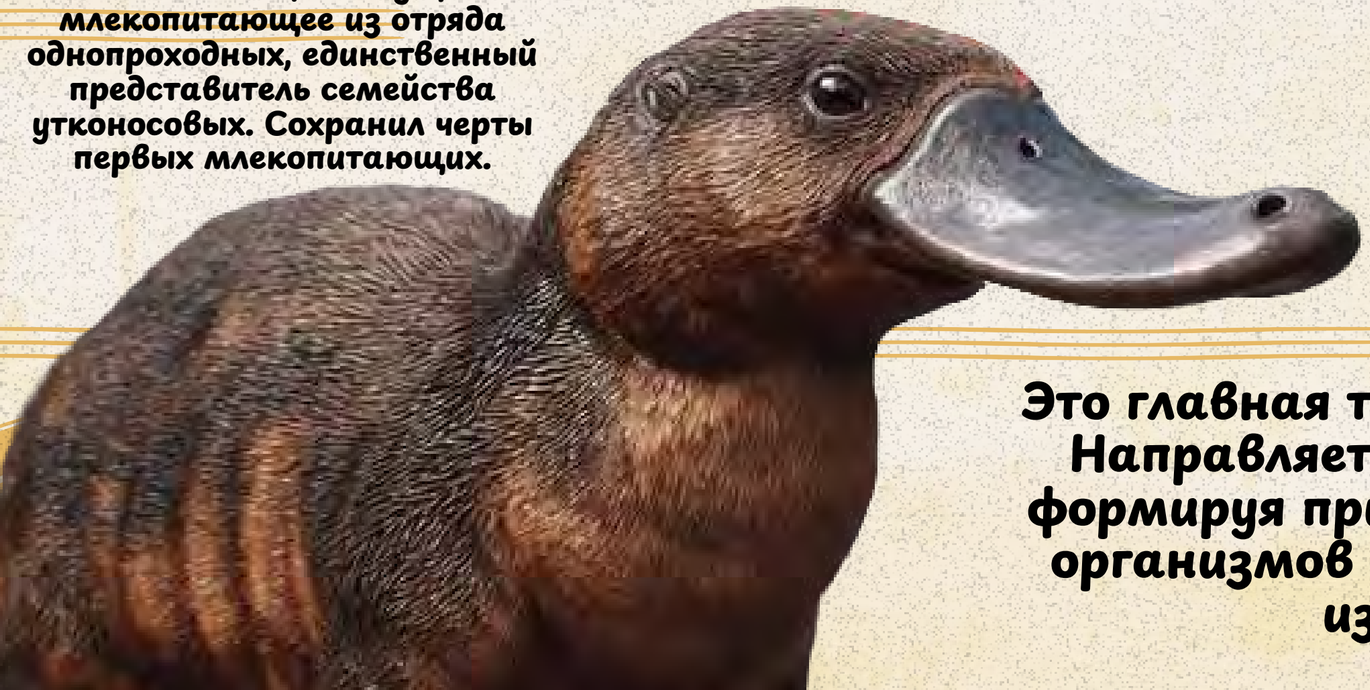


Тема 2.2. Движущие силы эволюции

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Естественный отбор- Эволюционный процесс, в результате которого в популяции увеличивается число особей, оказавшихся наиболее приспособленными к текущим условиям.

Что делает:
Избирательно сохраняет особей с полезными в данных условиях признаками и устраняет носителей вредных признаков.



Утконос-яйцекладущее млекопитающее из отряда однопроходных, единственный представитель семейства утконосовых. Сохранил черты первых млекопитающих.

Роль:
Это главная творческая сила эволюции. Направляет эволюционный процесс, формируя приспособления (адаптации) организмов и определяя направление изменения вида.

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Эволюционная роль:

Единственный фактор, который создаёт адаптации — соответствие организмов среде.
Накапливает полезные изменения и отсеивает вредные.
Усложняет организацию (при движущем отборе) или сохраняет удачную (при стабилизирующем).
Приводит к дивергенции — расхождению признаков у родственных групп.
Направляет эволюцию (в отличие от случайных факторов — дрейфа, волн).



Одна из ветвей птицетазовых динозавров эволюционировала в птиц.

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Формы естественного отбора показывают, как условия среды влияют на генотип.

В зависимости от условий среды, естественный отбор действует по-разному, что и приводит к разным эволюционным результатам.

Форма отбора зависит от давления среды. Его результат — это всегда повышение приспособленности популяции к конкретным условиям существования.



Зверозубые ящеры- предки млекопитающих.

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Формы естественного отбора:

1. Движущий отбор

Когда работает:
При постепенном изменении условий среды

Что делает:
Сдвигает среднюю норму признака в одном направлении, отсекая старый вариант и поддерживая новый, более выгодный.

Результат:
Постепенное изменение вида (микроэволюция), возникновение новых адаптаций.

Пример: Потемнение крыльев у бабочки берёзовой пяденицы в загрязнённых копотью районах (отбор шёл в пользу тёмных форм).





Варианты окраса березовой пяденицы, зависящие от среды обитания

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Формы естественного отбора:

2. Стабилизирующий отбор

Когда работает:
В длительно стабильных, неизменных условиях.

Что делает:
Отсекает крайние варианты и поддерживает среднюю, устоявшуюся норму.

Результат:
Сохранение и стабилизация вида, повышение его однородности. Фенотипическое постоянство.

Пример: Сохранение среднего веса новорождённых у человека (слишком крупные и мелкие дети имеют больше осложнений).



Реликтовые виды гаттерия и латимерия- результат действия стабилизирующего отбора

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

Формы естественного отбора:

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

3. Дезруптивный отбор

Когда работает:
При неоднородных, мозаичных условиях среды, или если в популяции сосуществуют несколько стратегий выживания.

Что делает:
Противоположен стабилизирующему. Отсекает среднюю норму и благоприятствует двум или нескольким крайним формам.

Результат:
Разрушение единой нормы и возможное разделение одной популяции на несколько групп, что может привести к видообразованию.

Пример: Разные формы клювов у галапагосских вьюрков, питающихся разной пищей (семенами или насекомыми). Или возникновение ранне- и позднецветущих форм растений на одном лугу (чтобы избежать конкуренции).



Различные варианты фенотипов волков- результат действия дезруптивного отбора

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

Формы естественного отбора:

4. Половой отбор

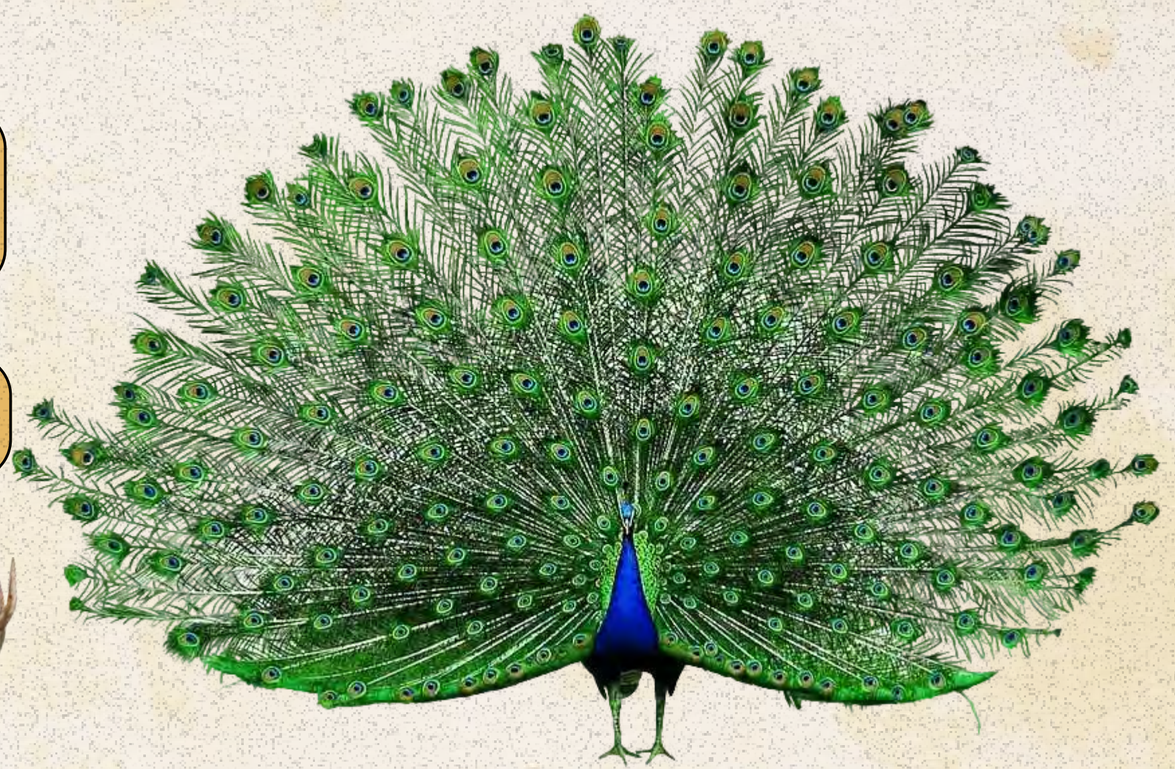
Что делает: Конкуренция за полового партнёра. Формирует признаки, повышающие успех в размножении (часто в ущерб выживаемости).

Результат: Оставление большего числа потомков.

Примеры: Яркий хвост павлина, рога оленя, сложное пение птиц.







Примеры полового отбора у птиц и млекопитающих

Тема 2.2. Движущие силы эволюции

3. ЕСТЕСТВЕННЫЙ ОТБОР

КРАТКИЙ ИТОГ:

Естественный отбор- единственная движущая сила эволюции, которая создаёт адаптации и направляет эволюционный процесс.

Приспособленность относительна — то, что полезно сегодня, может стать бесполезным или вредным завтра (если среда изменится).

Не творит признаки из ничего — он только отбирает из уже имеющихся вариантов (созданных мутациями).

Отбор не стремится к «совершенству» — он просто делает организм достаточно хорошим, чтобы выжить и размножаться в данных условиях.



Пятнистая гиена- один из самых эволюционно совершенных хищников саванн

Кто лучше приспособлен — тот оставляет больше копий своих генов.

Модуль 2. Механизмы эволюции

Тема 2.3. Эволюционные факторы



Эволюционные факторы — это процессы, которые изменяют генофонд популяции и направляют эволюцию.



Сумчатая фауна- пример действия изоляции на эволюционный процесс.



Модуль 2. Механизмы эволюции

1. МУТАЦИИ

Тема 2.3. Эволюционные факторы

Мутации — это случайные изменения наследственного материала (ДНК), которые возникают под действием внешних или внутренних факторов.



Манчкин- порода кошек с мутацией-ахондроплазией



Ключевые характеристики мутаций:

Случайность: Мутации возникают не направленно — они не появляются «в ответ» на потребность организма. Невозможно мутировать «специально», чтобы отрастить шею, если не хватает листьев.

Редкость: Каждый ген мутирует очень редко, но генов много, поэтому общее число мутаций в популяции постоянно пополняется.

Ненаправленность Мутация может быть полезной, вредной или нейтральной — это выясняется только потом, в конкретных условиях среды.

Наследуемость Мутации в половых клетках передаются потомкам и меняют генофонд. Мутации в соматических клетках для эволюции вида не важны.

В эволюции мутации играют роль единственного поставщика принципиально нового генетического материала.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

1. МУТАЦИИ

Роль мутаций в эволюции:

Создание наследственной изменчивости	Мутации — единственный источник новых аллелей. Без них всё разнообразие жизни сводилось бы к перетасовке уже существующих генов.
Поставка «сырья» для естественного отбора	Отбор работает с тем, что есть. Он не может создать новый признак «из ничего» — ему нужны мутации, которые этот признак кодируют.Отбор работает с тем, что есть.
Мутации и дрейф генов	В малых популяциях нейтральные или даже слабовредные мутации могут закрепиться случайно (дрейф генов), не будучи «одобрены» отбором.
Эволюционный резерв	Нейтральные мутации накапливаются в генофонде и могут стать полезными, если среда изменится.
Мутационный процесс ненаправлен, но отбор направляет	Мутации возникают случайно, но отбор сохраняет только те, что оказались полезны в данных условиях. Так случайность превращается в закономерность.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

1. МУТАЦИИ

КРАТКИЙ ИТОГ:

**Мутации в эволюции — это случайные «черновики», которые природа создаёт вслепую. Они не знают, что полезно, а что нет.
Но именно из этих черновиков естественный отбор (и другие факторы) «редактирует» окончательный текст — приспособленные к жизни организмы.**

Не вызывают эволюцию сами по себе. Они только создают варианты. Эволюция происходит, когда к этим вариантам применяются эволюционные факторы (отбор, дрейф, изоляция).

Большинство мутаций нейтральны или вредны. Полезные — редки, но именно они — основа адаптаций.

Скорость мутационного процесса достаточна, чтобы поддерживать генетическое разнообразие, но недостаточна, чтобы «сломать» вид.



Устойчивость крыс к ядам обусловлена высокой скоростью размножения, следствием чего является накопление мутаций и изменчивость.

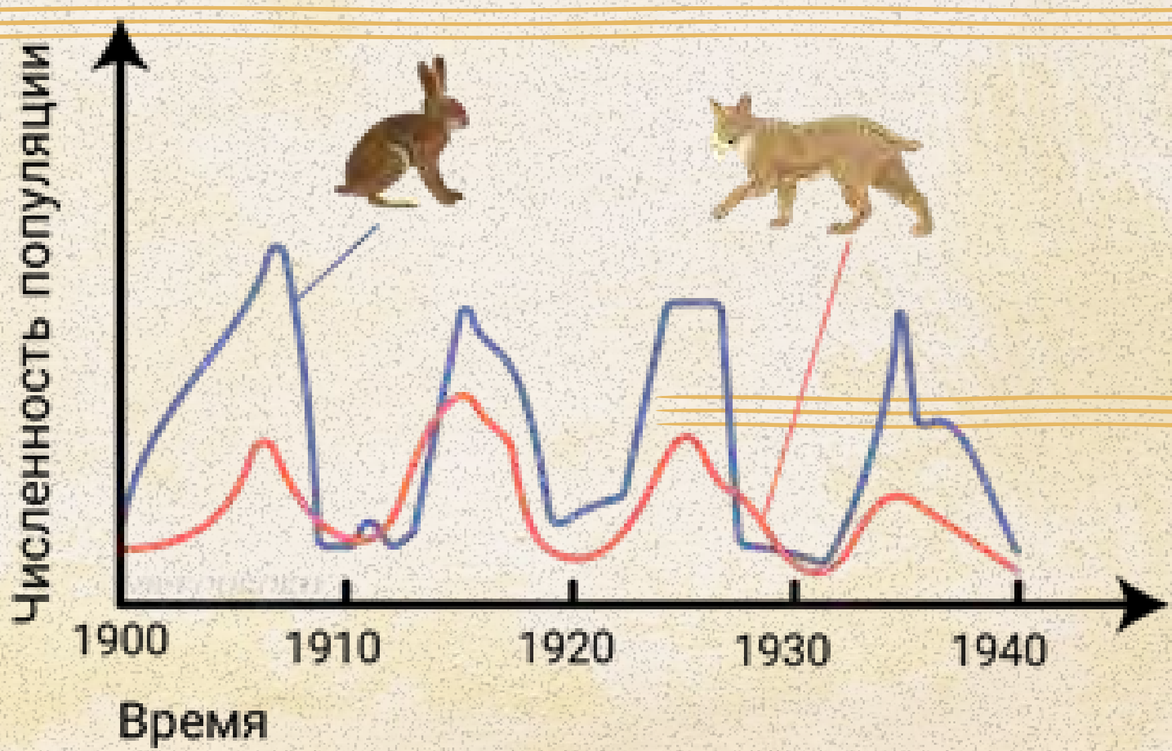
Тема 2.3. Эволюционные факторы

2. ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ

Популяционные волны (или «волны жизни») — это периодические или непериодические колебания численности популяции под влиянием различных факторов.

Суть явления:

Численность любой популяции не постоянна. Она то растёт, то падает. Эти колебания — нормальное состояние любой популяции в природе.



Как это влияет на популяции:

Когда численность резко падает, выжившие особи становятся случайной выборкой из исходной популяции. Их генофонд может сильно отличаться от исходного — просто потому, что кому-то повезло выжить, а кому-то нет.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

2. ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ

Эволюционная роль популяционных волн:

Изменение генофонда
После спада численности генетический состав популяции меняется случайно (выжили не лучшие, а те, кто оказался в нужном месте).

Усиление дрейфа генов
В малой популяции (после спада) дрейф генов работает особенно сильно.

«Бутылочное горлышко»
Крайний случай — когда популяция проходит через очень низкую численность, а затем восстанавливается. Генофонд резко обедняется.

Поставка материала для отбора
В фазе роста численности усиливается конкуренция и давление отбора.



Колебания численности белок, связана с продуктивностью сосны кедровой.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

2. ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ

Эволюционная роль популяционных волн:



↑ ↑ ↑

Подъём (конкуренция, отбор) **Спад (случайное выживание)** **Новый подъём (изменённый генофонд)**



Пример

Заяц и рысь (по данным пушного промысла):

Много зайцев → много корма для рыси → рыси размножаются → давят зайцев.

Мало зайцев → рыси голодают, их численность падает → зайцы снова размножаются.

Цикл повторяется каждые 9–10 лет.

Каждый спад зайцев — это «просеивание» их генофонда.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

2. ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ВОЛНЫ

КРАТКИЙ ИТОГ:

Популяционные волны — это естественные «качели» численности. Резкие падения численности превращают закономерное (отбор) в случайное (дрейф) и перетасовывают генофонд непредсказуемым образом.

Не направляют эволюцию (как отбор), а меняют частоты генов случайно.





Создают ситуации, где случайность важнее приспособленности.

Работают в паре с дрейфом генов:
волна сокращает численность → дрейф резко меняет частоты → волна роста закрепляет изменения.

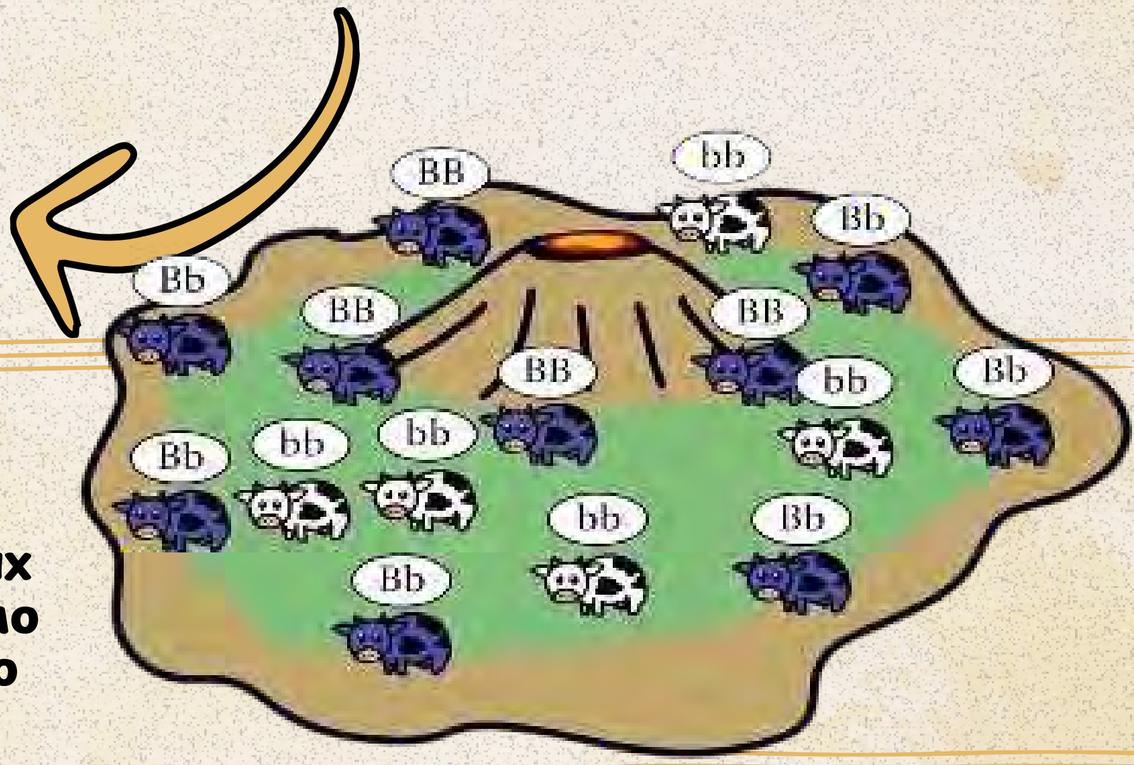
Тема 2.3. Эволюционные факторы

3. ДРЕЙФ ГЕНОВ

Дрейф генов — случайное, ненаправленное изменение частоты существующего варианта гена (аллеля) в популяции вследствие случайных процессов.

~~Суть~~ явления:

В реальной жизни (в отличие от идеальной модели Харди-Вайнберга) популяции всегда ограничены по численности. В малой популяции работает закон малых чисел: частота аллелей может меняться непредсказуемо просто из-за случайностей — кто с кем скрестился, кто выжил, чьи гены передались дальше.



Как это выглядит на практике:

В маленькой популяции какой-то аллель может исчезнуть просто потому, что его носители случайно не оставили потомства (или оставили мало).
Другой аллель, наоборот, может распространиться случайно, даже если он нейтрален или слегка вреден.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

3. ДРЕЙФ ГЕНОВ

«Эффекты» дрейфа генов:

Эффект основателя

Небольшая группа особей отделяется от основной популяции и основывает новую. Генофонд новой популяции формируется случайно — по тому набору генов, который был у основателей.

Пример: Высокая частота некоторых наследственных заболеваний у изолированных народов (например, полидактилия у амишей).

Эффект бутылочного горлышка

Численность популяции резко падает (катастрофа, охота, болезни), а затем восстанавливается от немногих выживших. Генофонд становится случайной выборкой из исходного.

Пример: Гепарды прошли через бутылочное горлышко — все современные гепарды очень близки генетически.



Тема 2.3. Эволюционные факторы

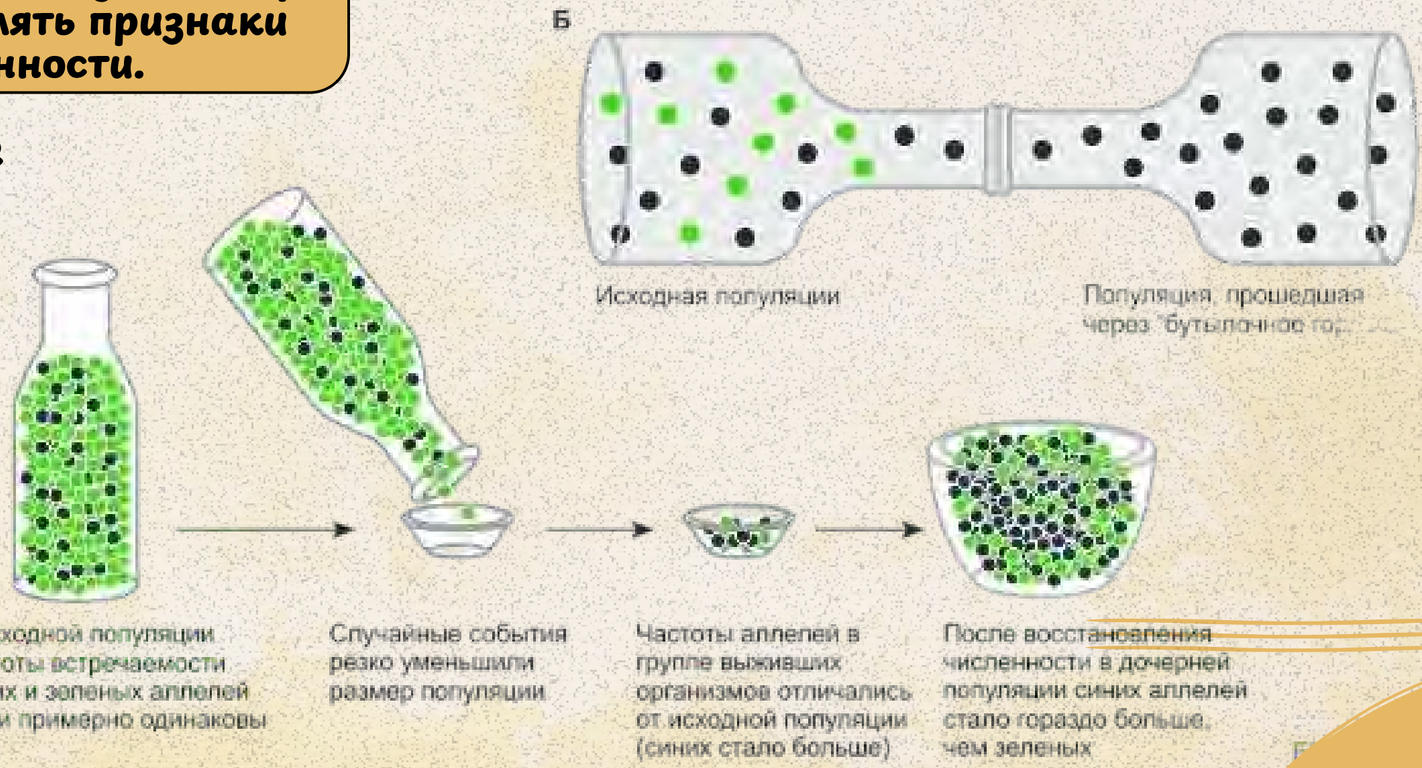
3. ДРЕЙФ ГЕНОВ

КРАТКИЙ ИТОГ:

Дрейф генов — это случайные флуктуации частот генов, которые сильнее всего проявляются в малых популяциях и ведут к потере генетического разнообразия. Он может закреплять признаки независимо от их приспособительной ценности.

Особенно важен в малых популяциях, где может пересилить отбор (случайно закрепить вредный аллель или убрать полезный).

Приводит к неадаптивным изменениям — признак может закрепиться не потому, что он полезен, а просто «так сложилось».



Модуль 2. Механизмы эволюции:

Тема 2.3. Эволюционные факторы

4. ИЗОЛЯЦИЯ

Изоляция — это любой механизм, который препятствует скрещиванию особей разных популяций или видов, а значит — прекращает поток генов между ними. Без изоляции невозможна дивергенция (расхождение признаков) и видообразование.

Белый медведь — это классический и один из самых ярких примеров того, как географическая и экологическая изоляция приводят к образованию нового вида. Его эволюция тесно связана с отделением от общего предка бурого медведя и приспособлением к суровым условиям Арктики.





Тема 2.3. Эволюционные факторы

4. ИЗОЛЯЦИЯ

Классификация изоляции:

I. Географическая (пространственная) изоляция

Суть: Популяции разделены физическими преградами или большими расстояниями.

Механизм: Разрыв ареала на изолированные участки или слишком большие расстояния между популяциями.

Причины:
Горы, реки, пустыни, проливы.
Действия человека (дороги, города, вырубка лесов).
Дрейф континентов.

На Галапагосских островах обитают гигантские черепахи, причем на каждом острове — свой подвид (или даже вид, по мнению некоторых систематиков).

Барьер: Океан между островами архипелага.

Механизм: Предки черепах попали на острова с материка, а затем популяции оказались изолированы друг от друга водой.



Тема 2.3. Эволюционные факторы

4. ИЗОЛЯЦИЯ

Классификация изоляции:

II. Биологическая (репродуктивная) изоляция

Суть: Организмы обитают рядом, но не могут скрещиваться или не дают плодовитого потомства.

А. Экологическая изоляция

Суть: Разные места обитания в пределах одной территории.
Примеры:
Один вид птиц гнездится в кронах, другой — в кустах.
Растения цветут в разное время года.
Паразиты живут на разных хозяевах.

В. Морфологическая изоляция

Суть: Несовместимость органов размножения.
Примеры:
Разное строение половых органов у насекомых.
Разный размер пыльцы и длина пестика у растений.



Лососи: В одном озере могут жить две формы форели (радужная и золотая). Одна нерестится в притоках озера, а другая — на глубоководных отмелях самого озера. Встретиться во время нереста они не могут.

Б. Этологическая изоляция

Суть: Различия в брачном поведении или сигналах.
Примеры:
Виды светлячков различаются по ритму вспышек.
Птицы не реагируют на песню другого вида.
Сложные брачные танцы у рыб и птиц.

Г. Генетическая изоляция

Суть: Несовместимость геномов.
Проявления:
Гибриды не развиваются (гибель эмбрионов).
Гибриды бесплодны (как мул — гибрид осла и лошади).
Гибриды стерильны во втором поколении.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

4. ИЗОЛЯЦИЯ

Классификация изоляции:

II. Биологическая (репродуктивная) изоляция

Суть: Организмы обитают рядом, но не могут скрещиваться или не дают плодовитого потомства.

А. Экологическая изоляция

Суть: Разные места обитания в пределах одной территории.
Примеры:
Один вид птиц гнездится в кронах, другой — в кустах.
Растения цветут в разное время года.
Паразиты живут на разных хозяевах.

В. Морфологическая изоляция

Суть: Несовместимость органов размножения.
Примеры:
Разное строение половых органов у насекомых.
Разный размер пыльцы и длина пестика у растений.



Б. Этологическая изоляция

Суть: Различия в брачном поведении или сигналах.
Примеры:
Виды светлячков различаются по ритму вспышек.
Птицы не реагируют на песню другого вида.
Сложные брачные танцы у рыб и птиц.

Г. Генетическая изоляция

Суть: Несовместимость геномов.
Проявления:
Гибриды не развиваются (гибель эмбрионов).
Гибриды бесплодны (как мул — гибрид осла и лошади).
Гибриды стерильны во втором поколении.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

4. ИЗОЛЯЦИЯ

КРАТКИЙ ИТОГ:

Изоляция — это «стена», которая не даёт генам перемешиваться и позволяет видам идти своими эволюционными путями.

Географическая и экологическая изоляция — обычно первичны. Они создают условия для накопления различий.

Репродуктивная изоляция — результат эволюции. Когда популяции накопили столько различий, что не могут скрещиваться даже при встрече — возник новый вид.



Разнообразие синициевых связано с изоляцией.

Тема 2.3. Эволюционные факторы

Тиранозавр Рекс- крупнейший наземный хищник, существовавшие 2,5 млн лет



КРАТКИЙ ИТОГ:

- Изменчивость → создаёт разнообразие.
- Отбор → направляет изменения.
- Дрейф и волны → случайно меняют частоты.
- Изоляция → закрепляет различия.

Эволюция идёт там, где совместно действуют все эти факторы (кроме идеальных условий закона Харди-Вайнберга).

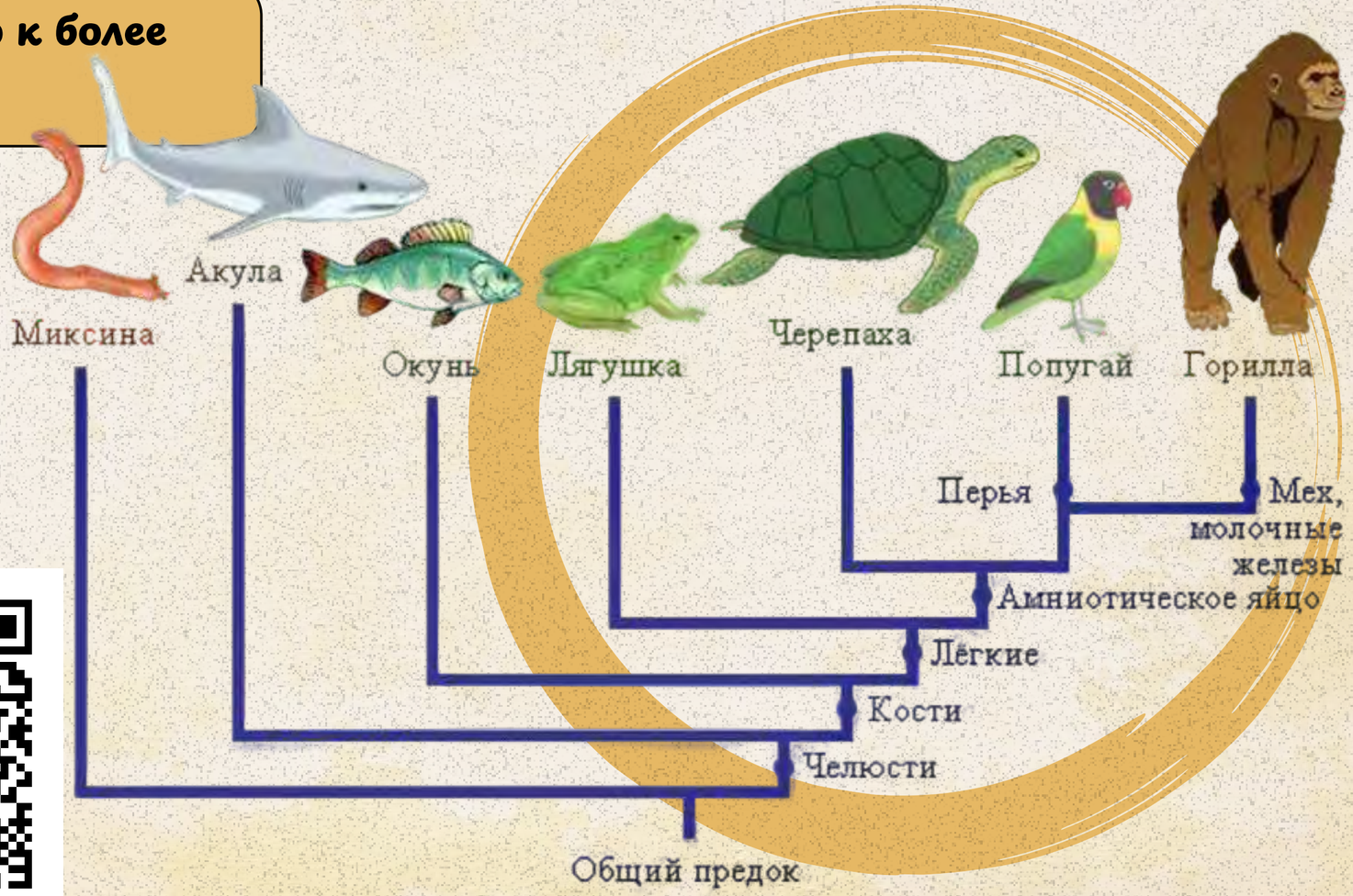
Модуль 3. Результаты и пути эволюции.

Эволюция идёт от менее приспособленного к более приспособленному.

Главный принцип:

Не важно — усложняешься ты, упрощаешься или меняешься незначительно.
Важно только одно — оказаться в данный момент в данной среде наиболее удачным вариантом.

ВИДЕО: Макро- и микроэволюция. Переходные формы



Тема 3.1. Результаты эволюции:

1. МИКРОЭВОЛЮЦИЯ

Микроэволюция — это эволюционные изменения отдельных популяций и вида в целом вплоть до образования нового вида.

Суть: Изменение генофонда популяции во времени.

Масштаб: Внутри вида (популяции, подвиды).

Механизм: Действие эволюционных факторов (отбор, дрейф, изоляция).

Результат: Адаптации, образование новых видов (видообразование).

Время: Исторически быстро (сотни – тысячи лет).

Разнообразие совообразных- результат микроэволюции



Главное: Микроэволюция — это реально наблюдаемый процесс (в природе, лаборатории).

Модуль 3. Результаты и пути эволюции:

Тема 3.1. Результаты эволюции:

1. МИКРОЭВОЛЮЦИЯ

Микроэволюция — это эволюционные изменения отдельных популяций и вида в целом вплоть до образования нового вида.

Суть: Изменение генофонда популяции во времени.

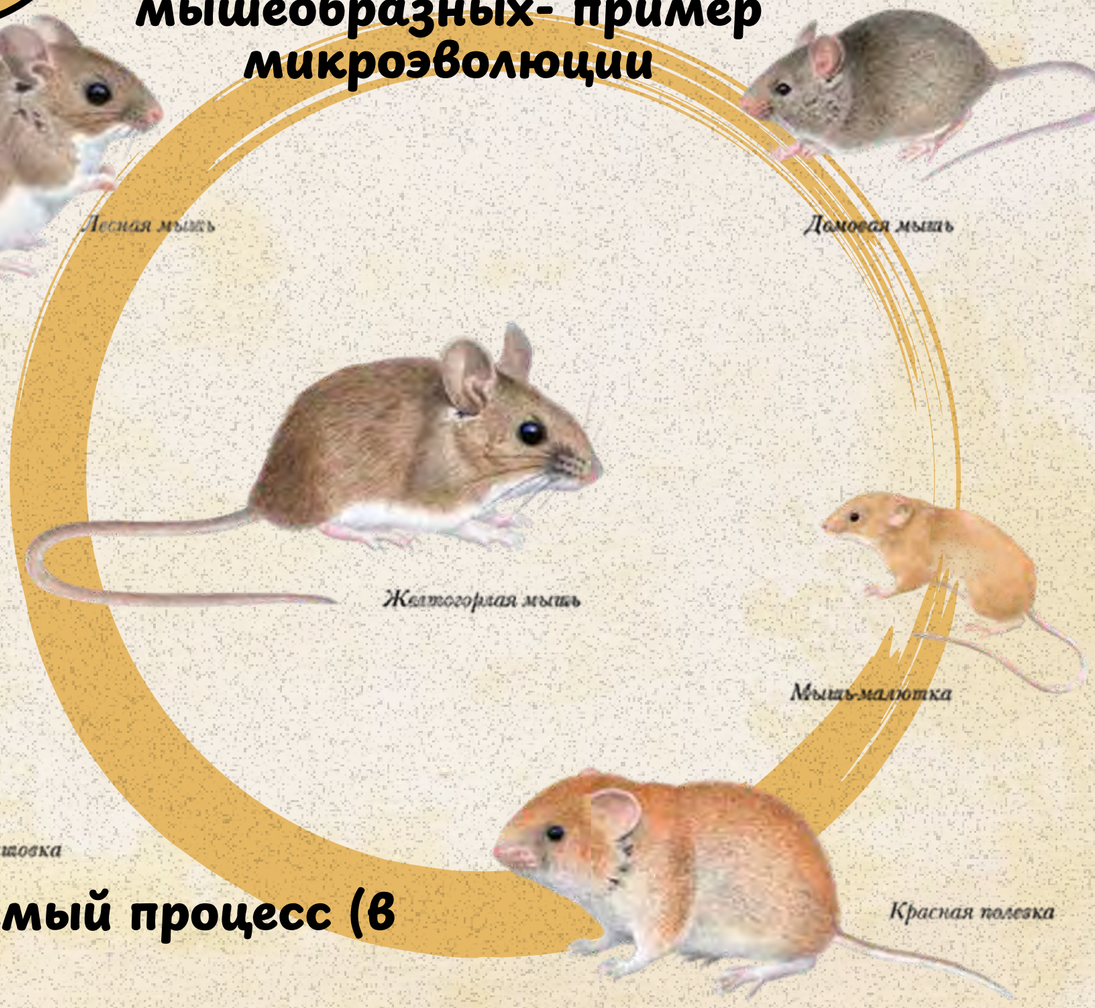
Масштаб: Внутри вида (популяции, подвиды).

Механизм: Действие эволюционных факторов (отбор, дрейф, изоляция).

Результат: Адаптации, образование новых видов (видообразование).

Время: Исторически быстро (сотни – тысячи лет).

Разнообразие мышеобразных- пример микроэволюции



Главное: Микроэволюция — это реально наблюдаемый процесс (в природе, лаборатории).

Тема 3.1. Результаты эволюции:

2. МАКРОЭВОЛЮЦИЯ

Макроэволюция — это процесс формирования крупных систематических единиц: из видов — новых родов, из родов — новых семейств и т. д..

Суть: Эволюция надвидовых таксонов (родов, семейств, классов).

Масштаб: Крупные группы организмов.

Механизм: Те же факторы, что и у микроэволюции, но действующие миллионы лет.

Результат: Возникновение новых планов строения, типов, классов.

Время: Геологически длительное (миллионы – сотни миллионов лет).

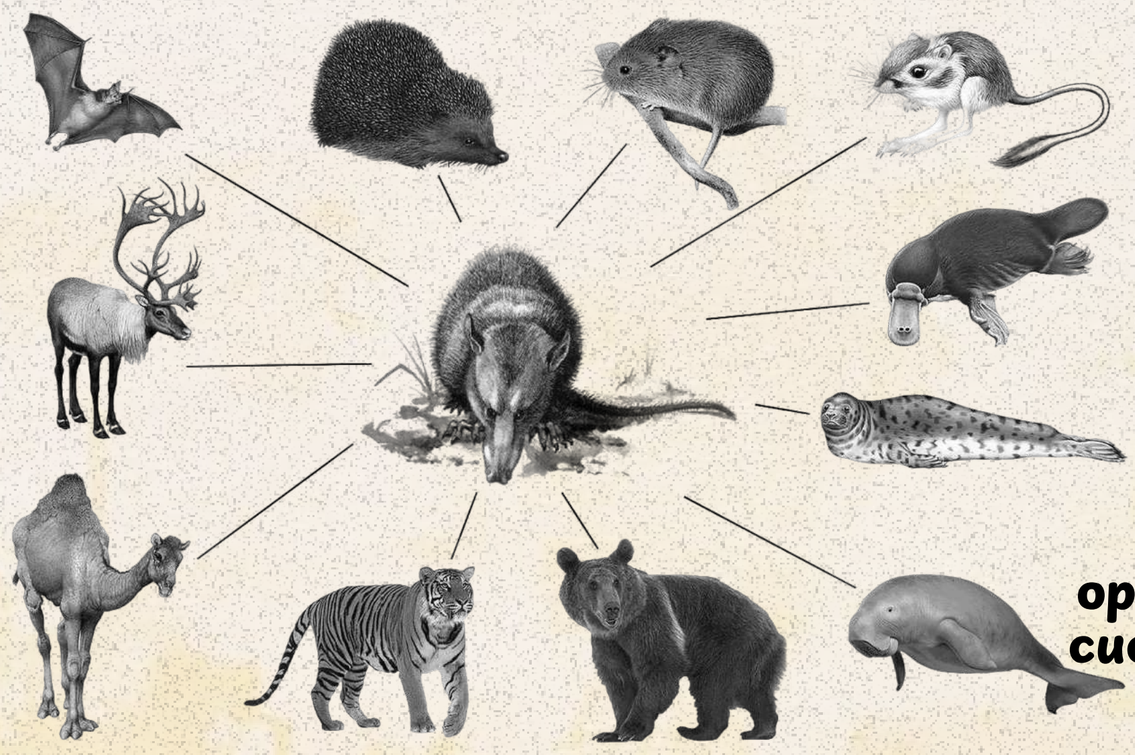
Отряд Непарнокопытные- результат макроэволюции



Главное: Макроэволюция — это совокупность микроэволюционных событий, растянутая во времени. Её изучают по палеонтологическим данным, сравнительной анатомии, эмбриологии.

Модуль 3. Результаты и пути эволюции.

Тема 3.2. Пути эволюции:



Общий предок млекопитающих

Пути эволюции (по А.Н. Северцову) — это направления, в которых происходит биологический прогресс (процветание вида).

Биологический прогресс

повышение приспособленности организмов определённой систематической группы к окружающей среде.

Биологический регресс

понижение приспособленности систематической группы живых организмов к среде обитания и её постепенным вымиранием.

Тема 3.2. Пути эволюции:

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

Ароморфоз

Крупное эволюционное усложнение. Повышение общего уровня организации.

Выход на новый уровень организации.

Идиоадаптация

Частное приспособление к конкретным условиям. Без повышения сложности.

Тонкая настройка под конкретные условия.

Общая дегенерация

Упрощение организации. Переход к сидячему или паразитическому образу жизни.

Выгодно, если условия простые (паразитизм, сидячий образ жизни).

Тема 3.2. Пути эволюции:

Главная идея:

Неважно, усложнился организм (ароморфоз), тонко подстроился (идиоадаптация) или упростился (дегенерация) — важен результат: вид должен увеличить численность, расселиться и дать новые виды.

Итоговая формула:

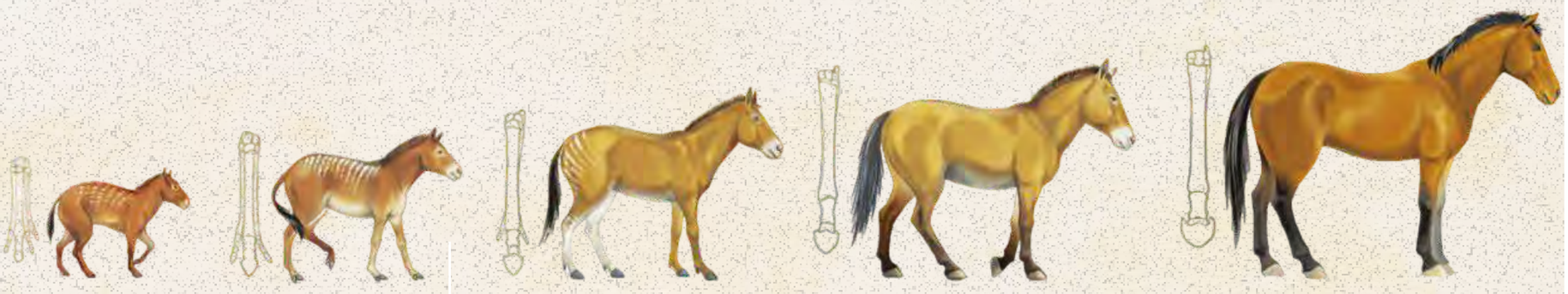
Ароморфоз = шаг вперёд.
Идиоадаптация = шаг вширь.
Дегенерация = шаг назад, но с выгодой.
Результат всегда = процветание вида.



Эволюционный ряд слонов

Тема 4.1. Итоговое тестирование

Пройдите итоговое тестировние:



Филогенетический ряд современных лошадей

Тема 4.2. Эссе

Выберите одну из тем эссе:

1. «Естественный отбор: творец или редактор?»

(Создаёт ли отбор новые признаки или только отсеивает неудачные? Почему Дарвин назвал отбор «главным, но не единственным» фактором?)

2. «Почему теория эволюции до сих пор вызывает споры?»

Религиозные, социальные, научные аспекты. Чем научное знание отличается от веры?

3. «Человек — венец эволюции или её случайный результат?»

Аргументы за и против «целенаправленности» эволюции. Что такое антропный принцип?

4. «Эволюция без динозавров: что, если бы они не вымерли?»

Альтернативная история развития млекопитающих и человека.

Тема 4.3. Дискуссионный клуб

Прими участие в дискуссии

1. «Эволюция: факт или теория?»

2. «Борьба за существование — это про войну или про сотрудничество?»

3. «Можно ли считать паразитов "успешными" эволюционно?»



Модуль 4. Практикум и проекты

Тема 4.4. Профессионально ориентированные проекты

1. Для автомехаников:

1. «Эволюция двигателя внутреннего сгорания»

Исследовать, как менялась конструкция двигателей от первых образцов до современных. Выделить «ароморфозы» (турбонаддув, непосредственный впрыск), «идиоадаптации» (компоновка под разные авто), «рудименты» (карбюратор в эпоху инжектора).

Техническая эволюция повторяет биологическую: отбор эффективных решений, конкуренция, вымирание неудачных конструкций.

2. «Филогенетический ряд автомобилей ВАЗ»

Построить ряд моделей от ВАЗ-2101 до современных Lada. Какие черты сохраняются (гомологичные органы), что меняется, что исчезает (рудименты).

Наглядная модель микроэволюции в технике.

3. «Конвергенция в автомобилестроении»

Найти примеры, когда разные производители независимо приходили к сходным решениям (клиновидный кузов 80-х, формы фар, компоновка гибридов).

Аналогия с конвергентной эволюцией в природе (крыло птицы и бабочки).

Модуль 4. Практикум и проекты

Тема 4.4. Профессионально ориентированные проекты

1. Для электриков:

1. «Эволюция ламп накаливания до светодиодов»

Проследить, как менялся источник света. Что стало «движущим отбором» (экономия энергии, яркость), какие промежуточные формы вымерли (галогенки, люминесцентные), какие признаки оказались тупиковыми.

Наглядный пример движущего отбора и смены адаптаций.

2. «Филогения электрических розеток и вилок»

Исследовать разнообразие стандартов в мире. Почему нет единого стандарта? Какие факторы (изоляция, исторические случайности) привели к такому разнообразию?

Аналогия с видообразованием в изолированных популяциях.

3. «Эволюция схем электроснабжения дома»

От пробок-предохранителей до умных систем с УЗО, стабилизаторами, резервным питанием. Выделить этапы усложнения.

Макроэволюция технических систем.

Тема 4.4. Профессионально ориентированные проекты

3. Для программистов:

1. «Эволюция языков программирования»

Построить древо языков (Fortran → C → C++ → Java → Go и т.д.). Какие черты наследуются, какие возникают как адаптация к новым задачам (интернет, мобильные платформы), какие языки — «тупиковые ветви».

Филогенетическое древо в биологии.

2. «Естественный отбор в мире ПО»

Исследовать, почему одни программы/ ОС «выживают», а другие исчезают. Факторы отбора: удобство, скорость, сообщество, маркетинг.

Аналогия с биологической конкуренцией и вымиранием.

3. «Гомологичные и аналогичные структуры в коде»

Найти примеры: одинаковые паттерны проектирования в разных языках (гомология) и разные решения одной задачи (сортировка, поиск) — аналогия.

Понимание универсальных принципов и конкретных реализаций.

Модуль 4. Практикум и проекты

Тема 4.5. Творческие задания

Выбери одно из предложенных заданий:

1. «Эволюционный комикс»

↓

Нарисовать комикс о том, как какой-либо вид (или техническое устройство) эволюционировал под давлением среды.

2. «Сказка о борьбе за существование»

↓

Написать короткую историю от лица животного, растения или даже предмета (автомобиля, программы), который сталкивается с конкуренцией и выживает благодаря своим «признакам».

3. «Постер "Древо жизни"»

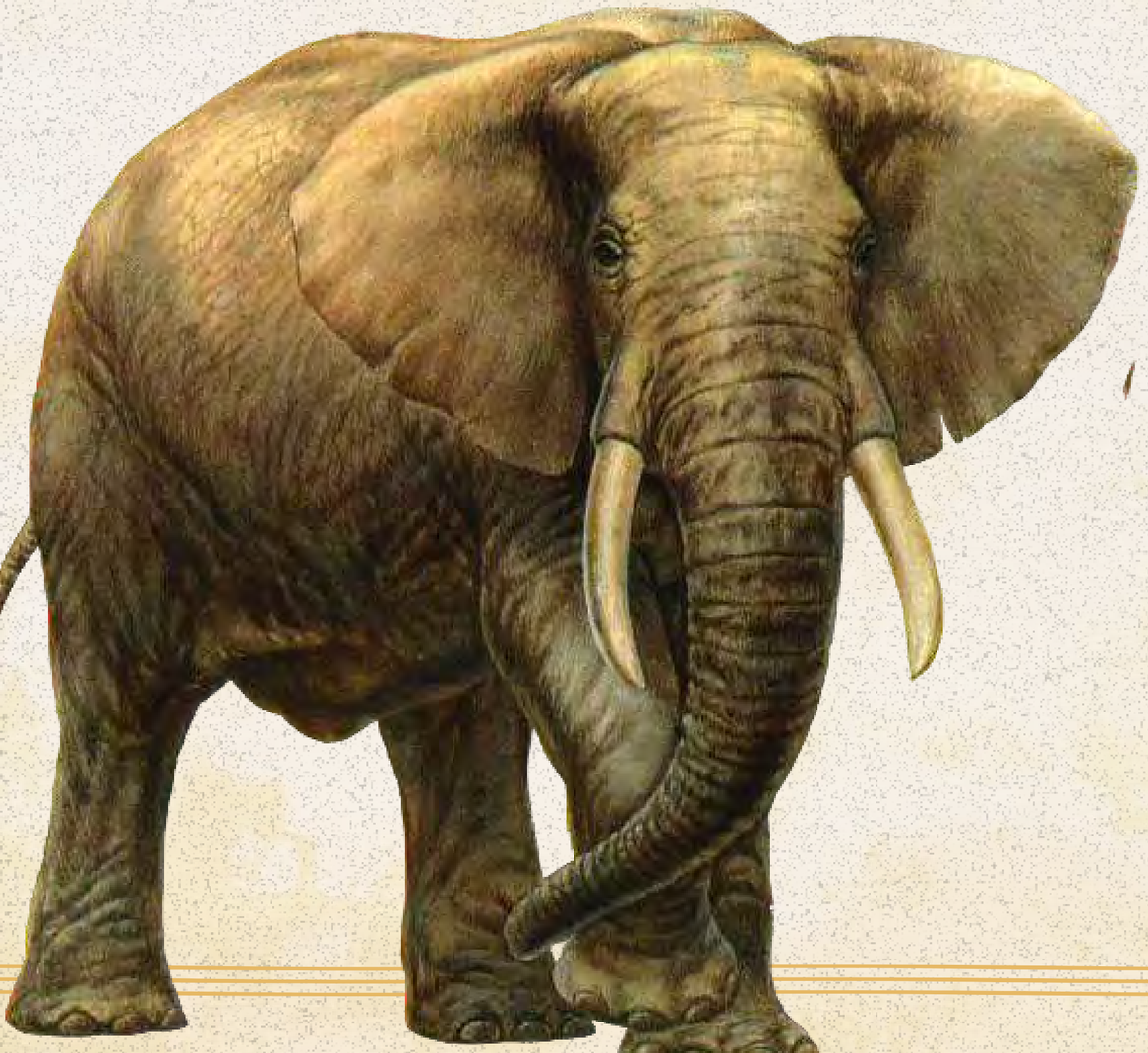
↓

Создать плакат, изображающий эволюционное древо какой-либо группы (динозавры, гоминиды, автомобили, языки программирования) с ключевыми «ветвями» и «вымираниями».



Модуль 4. Практикум и проекты

Тема 4.5. Практикум



«Анализ филогенетического ряда»

Проанализируйте филогенетические ряды и ответьте на вопросы:
Какие признаки изменялись в ходе эволюции? (рост, строение конечностей, зубы)
Какие факторы среды могли вызвать эти изменения?
Какие изменения можно считать ароморфозами, а какие — идиоадаптациями?

Исследуемые ряды: ЛОШАДЬ, ЧЕЛОВЕК,ХОБОТНЫЕ

Модуль 5. Сообщество и ресурсы

Тема 5.1. Ресурсы для углубленного изучения

«Красная книга эволюции»



Большая панда — вымирающийвид млекопитающих семейства медвежьих. Единственный вид в одноимённом роде.

Выбрать 5 видов, которые находятся под угрозой вымирания (или уже вымерли) и проанализировать:

почему они оказались эволюционно «неуспешными»;

каких адаптаций им не хватило;

какие факторы (антропогенные, природные) стали для них «отбором», с которым они не справились.

Тема 5.2. Сообщество

ФОРУМ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПО

ОБСУЖДАЕМ:

связь эволюции и будущей профессии
совместные проекты
вопросы по материалам пособия



Мозазавр (лат. Mosasaurus) — вымершее морское пресмыкающееся из семейства мозазавров.

Тема 5.3. Система достижений



БЕЙДЖИ ЗА ИЗУЧЕНИЕ РАЗДЕЛОВ

Ароморфоз месяца — за резкий скачок в успеваемости или сложности проекта.

Популяционный генетик — за лучшее понимание сложных расчетов и статистики.

Носитель доминантного признака — за уверенные, чёткие и правильные ответы.

Селекционер — студенту, который лучше всех «отбирал» материал для проекта.

Эволюционный биолог СПО— за глубокое понимание макроэволюционных процессов.

Модуль 5. Сообщество и ресурсы

КАК РАБОТАТЬ С ПОСОБИЕМ:

Изучайте постепенно - по 1 разделу в неделю

Выполняйте все интерактивы - они помогают понять

Обсуждайте в группе - используйте форум

Создайте проект - выберите интересную тему

Готовьтесь к зачету - используйте тесты для проверки

Артроплевра — вид ископаемых гигантских двупарноногих многоножек. Известен из отложений верхнего карбона — нижней перми (314,6—290,1 млн лет назад), достигал в длину 2.5 метра.



Модуль 5. Сообщество и ресурсы

КАК РАБОТАТЬ С ПОСОБИЕМ:



Теория эволюции — это не просто глава в учебнике, а фундамент, на котором строится всё здание современной биологии и многих смежных областей.

Понимать её необходимо каждому образованному человеку, чтобы осознанно взаимодействовать с природой, сохранять здоровье и эффективно работать в быстро меняющемся мире.