

Додарвиновский период

Дарвинизм

СТЭ

Додарвиновский период: Античность



Эмпедокл

Создал учение о первоначалах:

- Первоначала - четыре первичных элемента, лежащих в основе саморазвития мира - огонь, вода, воздух и земля
- Элементы постоянно смешиваются, удачные образуют организмы, а неудачные - разрушаются

Вывод: В природе из множества вариантов комбинаций элементов сохраняются только жизнеспособные



Аристотель

- Выстроил многообразие тел в виде **восходящего ряда** — лестницы существ: от неживых тел (минералов) к растениям, далее - к животным и к человеку
- Пытался **систематизировать** животных
- Изучал **эмбрионы** животных и их сходство
- Приверженец теории **самозарождения**, считал, что живые организмы возникли в результате самозарождения из неживой материи



Тит Лукреций Кар

Считал, что **сохранение особей** — следствие **законов, управляемых природой**

Додарвиновский период: Противостояние креационизма и трансформизма

Креационизм	Трансформизм
Многообразие видов — результат акта Божественного творения . Живые организмы не изменяются . Природа, живые организмы и все их признаки изначально целесообразны	Живые организмы изменяются
Представители — Карл Линней, Жорж Кювье	Представители — Бюффон (основоположник), Сент-Илер, Жан-Батист Ламарк, Ломоносов, Эразм Дарвин



Жорж Кювье

Как объяснял наблюдаемую изменчивость организмов?

Теория катастроф: На земле периодически происходят катастрофы — живое умирает, а Бог создаёт организмы с новыми признаками

- Изучал ископаемые остатки (занимался **палеонтологией**)
- Сравнивал ископаемые и переходные формы (занимался **сравнительной анатомией**)
- Установил **принцип корреляции** — соответствия частей организма: изменение одних органов ведет за собой изменения других, с ними связанных

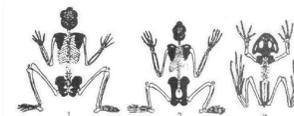
Например: если животное имеет копыта, то оно имеет особенности строения зубов и челюсти для откусывания и пережевывания травы, многокамерный желудок и длинный кишечник



Ж. Сент-Илер

Как объяснял наблюдаемую изменчивость организмов?

- Автор **концепции единого плана**



- Изучал и сравнивал скелеты животных (**сравнительная анатомия**)



Карл Линней

Труд «Система природы»



Жан-Батист Ламарк

Труд «Философия зоологии»

- Установил, что вид - основная структурная единица живой природы
 - Это подготовило базу для создания **эволюционного учения**
- Описал множество новых видов
- Ввел бинарную номенклатуру: Родовое слово (существительное) + видовое слово (прилагательное), пример - Магнолия крупноцветковая
- Ввел первую классификацию (ввел принцип иерархичности), НО:
 - Нисходящую: От сложно - к просто устроенным организмам
 - Искусственную: Основывалась только на сходстве в строении и не отображала родственных связей между организмами
 - Классифицировал растения по строению цветка — количество тычинок и пестиков
 - Классифицировал животных по строению кровеносной системы (в таксон "Гады" вошли Амфибии и Рептилии, в таксон "Насекомые" вошли Пауко- и Ракообразные, в таксон "Черви" — все остальные Беспозвоночные животные)
- Поставил человека в ряд **приматов**, что опровергало представления об исключительности человека

- Ввел термины «биология», «беспозвоночные» и «позвоночные»
- Ввел первую **естественную восходящую** классификацию
 - Восходящая: От просто - к сложно устроенным организмам (**принцип градации**)
 - Естественная: Отображала родственные связи между организмами
- Создал первое эволюционное учение:**
 - Выделил 3 движущие силы (фактора) эволюции:
 - Врожденное стремление к самосовершенствованию
 - Прямое воздействие среды на организм
 - Наследование благоприятных признаков в результате прямого приспособления упражнения органов
 - Выделил 3 основных закона эволюции:
 - Закон прямого приспособления
 - Закон упражнения или неупражнения органов
 - Закон наследования благоприятных признаков

Взгляды: Креационист

Виды: Считал, что виды существуют, но они не изменяются во времени

Как объяснял наблюдаемую изменчивость организмов?

- Изменения в пределах объяснял влиянием среды: климат, пища и т. д.
- К концу жизни признавал возможность образования видов путем **гибридизации**

Взгляды: Трансформист

Виды: Живые организмы **изменяются**, но видов **не существует** (есть только **переходные формы** - ряд непрерывно меняющихся особей)

Как объяснял возникновение жизни? Приверженец теории самозарождения

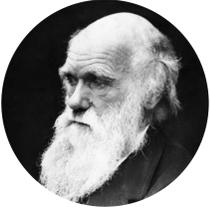
Как во второй части объяснять появление любого признака:

любой признак (подставить нужное) - результат акта Божественного творения, также виды неизменяемы, все их признаки изначально целесообразны

Как во второй части объяснять появление любого признака (приспособления):

- Все живые организмы обладают врожденным **стремлением к самосовершенствованию**
- На все живые организмы воздействует среда:
 - Если это растение/низшее животное, то приспособляется напрямую - через обмен веществ со внешней средой (**закон прямого приспособления**)
 - Если это высшее животное, то развивается привычка/меняется поведение - т.е. упражняется/неупражняется орган (подставить свое, как именно и в каких условиях) и орган развивается/исчезает (**закон упражнения/неупражнения органов**)
- Благоприобретенный при этом признак наследуется и передается потомству (**закон наследования благоприятных признаков**)

Дарвинизм



Чарльз Дарвин

- Труд «Происхождение видов путём естественного отбора»
- Труд «Изменение животных и растений под влиянием одомашнивания»
- Труды «Происхождение человека и половой отбор», «Выражение эмоций у человека и животных»

Эволюционное учение Дарвина

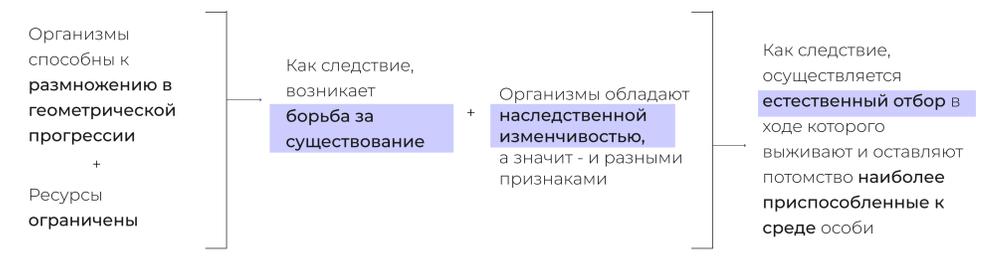
1) Выделил **3 движущие силы эволюции:**

- 1 — Наследственная изменчивость
- 2 — Борьба за существование
- 3 — Естественный отбор

2) Установил, что эволюция и видообразование **идут путём дивергенции (расхождения)** признаков



Эволюция по Дарвину (логическая структура):



- 1) Возникновение и закрепление **приспособлений** к среде обитания
- 2) Образование **новых видов, биологическое разнообразие**

!Приспособления по Дарвину относительны



Как во второй части объяснять появление любого признака (приспособления):

- 1) Возникновение в исходной группе особей случайного **наследственного изменения** (подставить свое и обосновать его полезность в данных условиях среды)
- 2) Особи, обладающие новым признаком, **выигрывают в борьбе за существование, в результате естественного отбора выживают** и оставляют потомство, признак распространяется
- 3) Признак (приспособление) **закрепляется** в группе особей

!!! Термины "популяция/мутация" в обосновании приспособлений по Дарвину **лучше не употреблять**, т.к. Дарвин эти термины **не использовал**. В задании на формирование приспособления с точки зрения современной (синтетической) теории эволюции - **использовать можно**

Половой отбор:

- 1) В результате полового отбора сохраняются признаки, **привлекающие полового партнера (как правило, самок), позволяющие выиграть конкуренцию за самку**, оплодотворить ее и оставить потомство (передать признаки и гены)
- 2) Действие полового и естественного отбора **могут совпадать**: Например, более сильный самец может иметь больше шансов на выживание и больше привлекает самок. В таком случае половой отбор может усиливать и ускорять естественный отбор
- 3) Или **противоречить друг другу**: Например, хвост павлина делает его более привлекательным для самок, но при этом более заметным для хищников. Рога оленя делают его более привлекательным для самок, но при этом могут помешать при беге от хищника. В таком случае половой отбор приводит к снижению жизнеспособности особей, но естественный отбор может контролировать половой - например, олени со слишком большими рогами, препятствующими передвижению, погибают и признак выбраковывается

Признак/вид отбора	Искусственный отбор	Естественный отбор
Материал для отбора	Наследственная изменчивость	Наследственная изменчивость
Отбирающий фактор	Человек	Условия среды (живая и неживая природа)
Характер действия	Творческий (направляющий) - накопление признаков на пользу человека	Творческий (направляющий) - отбор приспособительных признаков на пользу особи, популяции, вида
Результат	Новые сорта, породы, штаммы	Приспособленность и новые виды
Скорость действия	Относительно быстро (методический отбор)	Медленно
Формы	Массовый/индивидуальный и методический (осознанный)/ неосознанный(стихийный)	Движущий, стабилизирующий, дивергентный



Синтетическая теория эволюции (СТЭ)

- "Синтетическая" от слова "синтез" - объединение
- Создана **на основе теории Дарвина**
- Содержит дополнения **из области генетики и молекулярной биологии**
- Продолжает **дополняться и уточняться** в наше время

Основные положения:

- 1) **Элементарный материал эволюции** — мутации и комбинации (случайные и ненаправленные изменения генетического материала)
- 2) **Элементарная единица эволюции** — популяция
- 3) **Элементарное эволюционное событие** - изменение генофонда популяции
- 4) **Движущие силы эволюции:** наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный отбор, изоляции, миграции, популяционные волны и дрейф генов
- 5) **Естественный отбор** — направляющий фактор эволюции, существует 3 его формы - движущий, разрывающий (дивергентный) и стабилизирующий
- 6) **Вид** имеет структуру (экоотипы, подвиды и популяции)
- 7) **Вид** — генетически целостная замкнутая система, поток генов возможен только внутри вида
- 8) **Видообразование** и эволюция имеют дивергентный характер
- 9) **Микроэволюция** — эволюция на уровне популяции, ее результатом будет видообразование
- 10) **Макроэволюция** — эволюция надвидовых таксонов

!!!Макроэволюция идет лишь путем микроэволюции, но на макроэволюционном уровне возможны явления параллелизма и конвергенции (сближение неблизкородственных форм)

- 11) **Эволюция** носит постепенный и длительный характер
- 12) **Эволюция** не имеет цели и финала, она непредсказуема

Дополнительный пункт: Каждая систематическая единица (род, вид и т.д.) должна иметь единственный корень — единого последнего общего предка (монофилитическое происхождение)

Признаки/Теории	Теория Дарвина	СТЭ
Элементарный материал эволюции	Наследственная (неопределенная) изменчивость	Наследственная изменчивость — мутации и комбинации
Единица эволюции	Вид	Популяция (на этом уровне происходит элементарное эволюционное событие - изменение генофонда)
Факторы (движущие силы) эволюции	Наследственная изменчивость Борьба за существование Естественный отбор	Те же + Миграции Изоляция Популяционные волны Дрейф генов
Основной движущий фактор (является направляющим)	Естественный отбор	Естественный отбор
Содержание понятия «естественный отбор»	Выживание более приспособленных в данных условиях среды и гибель менее приспособленных	Выживание более приспособленных в данных условиях среды (а значит - и их признаков, обусловленных генетически) и гибель менее приспособленных особей (их признаков и генов)
Формы ЕО	Движущий (половой отбор, как разновидность движущего)	Движущий, стабилизирующий, разрывающий (дивергентный)
Результаты эволюции	1) Возникновение и закрепление приспособлений к среде обитания 2) Образование новых видов, биологическое разнообразие !Приспособления относительны!	

Наследственная изменчивость (= генотипическая, неопределенная)

<p>Мутационная</p> <p>Значение наследственной изменчивости:</p> <p>1) Наследственные изменения — элементарный материал для естественного отбора (для эволюции)</p> <p>2) Наследственная изменчивость может привести к повышению биоразнообразия в популяции, что приведет к повышению эффективности естественного отбора и лучшей приспособленности организмов к среде</p> <p>3) Если наследственные изменения накапливаются и закрепляются отбором в изолированных условиях (есть препятствия для обмена генами), то это может привести к видообразованию</p> <p>4) Мутации могут формировать резерв наследственной изменчивости (длительное время не проявляться фенотипически, а значит - не подвергаться действию отбора, а при измененных условиях могут оказаться полезными)</p> <p>5) Мутации могут быть вредны летальны или полублетальны, что может привести к гибели особей, их признаков и генов</p>	<p>Комбинативная</p>	<p>Коррелятивная (соотносительная)</p> <ul style="list-style-type: none"> Выделена Ч.Дарвином За изменением одного органа следует изменение другого Обусловлена тем, что гены, находящиеся в одной хромосоме наследуются сцеплено (совместно) <p>Пример: белые коты и кошки с голубыми глазами — глухие</p>
---	-----------------------------	---

Борьба за существование

- Причины:** 1) способность организмов к размножению в геометрической прогрессии
2) ограниченность ресурсов

Внутривидовая	Межвидовая	С неблагоприятными условиями среды
<p>Наиболее ожесточённая, т. к. у особей сходные возможности и одинаковые потребности: пища, самка, территория и т.д.</p> <p>Приводит к гибели отдельных организмов, обеспечивает процветание вида в целом, т.к. выживают наиболее приспособленные особи</p>	<p>Может привести к вытеснению одного вида другим</p>	<p>Ожесточает остальные виды борьбы</p>

Все три вида действуют одновременно!

Принцип конкурентного исключения Гаузе: два вида не могут занимать одну экологическую нишу в одном биоценозе (не могут использовать один и тот же жизненно важный ресурс (например, пищевой). Один вид вытеснит другой.

Прямая борьба за существование	Косвенная борьба за существование
<p>Прямое столкновение между особями (особью и неживой природой)</p>	<p>Соперничество/конкуренция между особями без открытых столкновений</p>

Естественный отбор

- Выживание и размножение особей (их признаков и генов), наиболее приспособленных к данным условиям среды
- Единственный направляющий фактор эволюции (творческая роль)
- Чем больше численность популяции и генетическое разнообразие (биоразнообразие), тем он эффективнее

Часто видообразование начинается под действием **движущего или разрывающего (дизруптивного)** отбора, что приводит к появлению в популяции новых групп. Затем действует **стабилизирующий** отбор, в результате чего приобретённые изменения сохраняются, передаются из поколения в поколение и вид стабилизируется.

Формы отбора:

Движущий отбор (изучал Дарвин)	Стабилизирующий отбор (изучал Шмальгаузен)	Дизруптивный (разрывающий) отбор (изучал Цингер)
<p>Происходит при постепенной смене условий среды</p>	<p>Происходит при постоянных (неизменных) условиях среды</p>	<p>Происходит при резкой смене условий среды</p>
<p>Происходит отбор в пользу особей с отклоняющимися от исходного значения признака (=от ранее установившегося в популяции среднего значения признака)</p> <ul style="list-style-type: none"> Признак со временем изменится Отбор в пользу гетерозигот (Aa) График признака будет смещён в одну сторону 	<p>Происходит отбор в пользу особей со средним значением признака, установившегося в популяции, а особи с отклоняющимися значениями гибнут.</p> <ul style="list-style-type: none"> Признак остаётся неизменным в течение долгого времени Отбор в пользу гомозигот (aa/AA) График признака сужается 	<p>Происходит отбор в пользу особей с крайними (отклоняющимися) значениями признака:</p> <ul style="list-style-type: none"> Приводит к полиморфизму — существованию в популяции нескольких форм (групп/рас), отличающихся по определённому признаку Отбор в пользу мутировавших гомозигот a'a' или A'A' График разрывается на несколько
<p>Примеры формулировок в ЕГЭ:</p> <ul style="list-style-type: none"> постепенное преобразование старого признака (смена белого окраса бабочек на темный при почернения стволы - индустриальный меланизм бабочек) появление нового признака (формирование устойчивости/резистентности к антибиотикам, к шампуню у блох, к ядохимикатам у насекомых-вредителей и т.д.) гибель особей с исходным значением признака (гибель бабочек белого окраса, обитающих на почерневших стволах деревьев) 	<p>Примеры формулировок в ЕГЭ:</p> <ul style="list-style-type: none"> сохранение среднего/исходного значения признака (сохранение размера и формы ушей зайца в ряду поколений) гибель особей с отклоняющимися значениями признака (гибель слишком крупных и слишком мелких мальков рыб, гибель короткоухих зайцев летом от перегрева и длинноухих зимой от переохлаждения) упоминание видов-реликтов (сохранение практически без изменений в течение миллионов лет реликтов, или «живых ископаемых»: новозеландской гаттерии, кистепёрой рыбы латимерии, голосеменного растения гинкго) 	<p>Примеры формулировок в ЕГЭ:</p> <ul style="list-style-type: none"> проявление полиморфизма — особей с различными вариантами признака (ранне- и позднецветущий погребок, особи с крупными крыльями и бескрылые, преобладание особей с белым и коричневым окрасом) гибель особей со средним значением (гибель особей с нормальными крыльями на острове Кергелен, открытом для всех антарктических ветров)

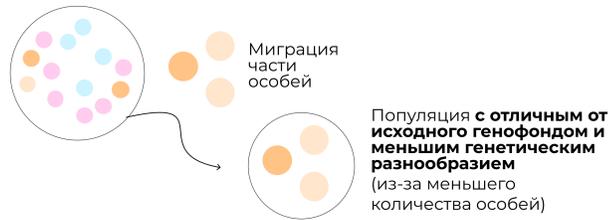
Миграции (= перемещение особей на расстояние)

- Характерно для **подвижных** особей
- Менее характерно/не характерно для малоподвижных и неподвижных особей (низкая миграционная способность). Данные особи часто мигрируют, расселяются и осваивают новые территории (расширяют ареал) за счет **подвижной личинки** (глохий беззубки, планула полипов)

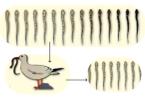
Значение миграций:

1) Может произойти обмен генами между популяциями — генетическое разнообразие может возрасти, что повысит эффективность естественного отбора

2) **“Эффект основателя”** — часть мигрирующих особей может сформировать новую популяцию, которая будет генетически отлична от исходной, с меньшим генетическим разнообразием из-за меньшего числа особей (дрейф генов)



3) Может противоречить действию естественного отбора:



В популяции водяных ужей признак светлой окраски поддерживается отбором, а полосатые особи более заметны для хищных птиц, вследствие чего гибнут в результате борьбы за существование и естественного отбора

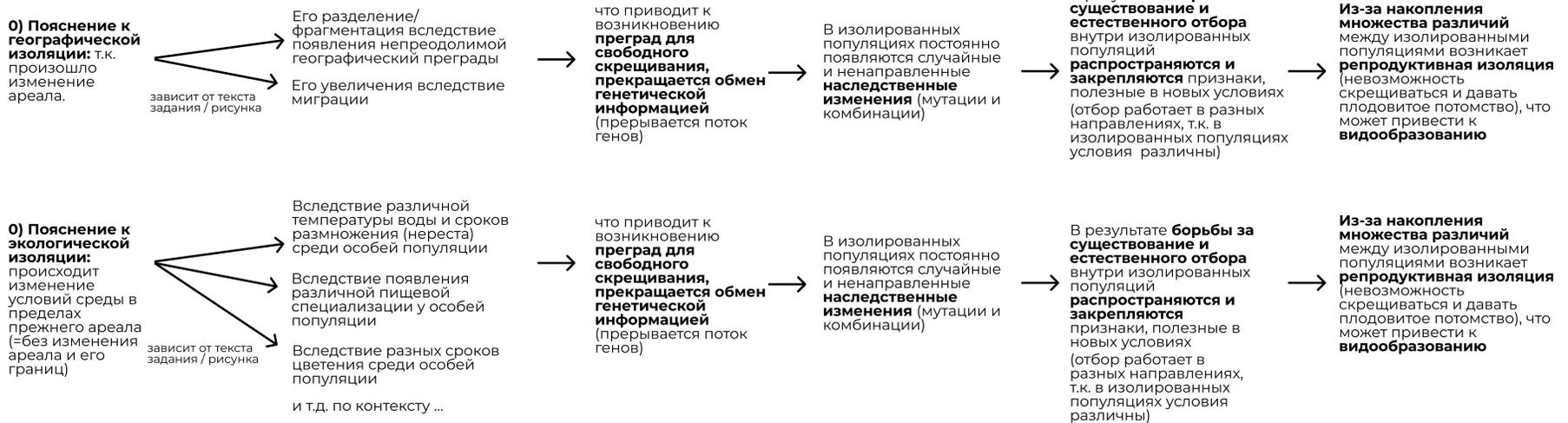
Но происходит **миграция** полосатых особей из другой популяции, поэтому доля полосатых ужей в популяции сохраняется

Изоляция (= длительное разобщение особей)

Значение изоляции: создает препятствия для для свободного скрещивания (свободного обмена генами/прерывается поток генов), что в дальнейшем может привести к **репродуктивной изоляции** (невозможности скрещиваться и давать плодовитое потомство) и видообразованию

Географическая изоляция	Экологическая изоляция
<p>Связана с изменением АРЕАЛА:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Фрагментация ареала из-за появления непреодолимой географической преграды (река/гора/дамба и т.д) • Расширение ареала (из-за миграции особей) 	<p>Происходит в пределах исходного ареала, связана с изменением условий среды</p> <ul style="list-style-type: none"> • В разных частях озера Севан различная температура воды, из-за чего сроки нереста рыб также различны
<p>Степень влияния фактора также будет зависеть от подвижности особей (миграционной способности):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Если организм подвижный (высокая миграционная способность), то с большей вероятностью сможет пересечь преграду • Если мало/нет (низкая миграционная способность) — с меньшей/не сможет 	<p>*Иногда изоляцию делят на географическую (изменение ареала) и биологическую (сохранение ареала, причины изоляции иные отличия). Биологическая включает в себя экологическую, морфо-физиологическую (отличия в строении и функционировании половых органов препятствуют скрещиванию), этологическую (отличия в брачном поведении препятствуют скрещиванию) и генетическую (различия в кариотипе препятствуют скрещиванию)</p>

Базовая конструкция для второй части на изоляцию и видообразование/последовательность для первой части:



Популяционные волны (волны жизни = периодические или непериодические колебания численности особей)

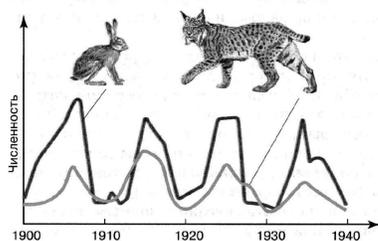
Причины:

- 1) периодические изменения количества доступных ресурсов (пищи, территории) — недостаток или избыток пищи (к примеру, при заселении новых территорий)
- 2) периодические изменения численности хищников/паразитов/конкурентов
- 3) периодические/сезонные колебания температур
- 4) резкая смена условий среды, природные катастрофы (наводнения, сильные морозы и т.п.)

Значение популяционных волн:

1) **При повышении численности** приводят к повышению генетического разнообразия и эффективности естественного отбора, повышению приспособленности

2) **При понижении численности** — к обеднению генофонда, т.е. к снижению генетического разнообразия популяции, что приводит к понижению эффективности естественного отбора и снижению приспособленности. Повышается доля влияния случайных факторов (дрейф генов). Также увеличивается вероятность проявления рецессивных мутаций у особей из-за близкородственного скрещивания при малой численности



Дрейф генов (= случайные колебания частоты встречаемых аллелей генов в популяции)

- Эффективен в **малочисленных популяциях**, т.к. в них слабо действует естественный отбор
- “Эффект основателя” и “эффект бутылочного горлышка” — варианты дрейфа генов

Эффект основателя	Эффект бутылочного горлышка
<p>Возникает в популяции, образованной из мигрировавших особей другой популяции</p>	<p>Возникает в исходной популяции из-за популяционных волн — сокращения численности особей (к примеру, из-за катастрофы)</p>

Значение дрейфа генов:

- Понижение генетического разнообразия (обеднение генофонда/повышение однородности) приводит к понижению эффективности естественного отбора и снижению приспособленности
- Увеличивается вероятность проявления рецессивных мутаций у особей из-за близкородственного скрещивания при малой численности
- Генетически схожие популяции в результате дрейфа могут потерять схожесть

Вид

совокупность особей, имеющих общее происхождение, особенности строения и процессов жизнедеятельности, поведения, занимающие определенную территорию (ареал), **свободно скрещивающихся друг с другом и дающих плодовитое потомство (= нет репродуктивной изоляции)**

Вид — основная наименьшая единица систематики
Вид — замкнутая система (генетически изолированная), т.к. из-за нескрещиваемости особей разных видов отсутствует приток новых генов извне

Большинство видов имеют **структуру** (политипические виды):

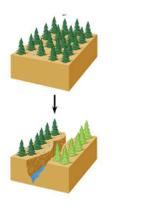
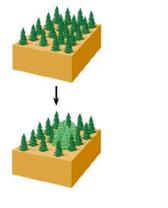
- 1) **Подвид** — географическая раса вида
Пример: Существует 20 подвидов белки обыкновенной
- 2) **Экотип** — экологическая раса вида
Пример: Существует лесной и парковый экотипы чёрного дрозда
- 3) **Популяция** — совокупность особей одного вида, имеющих общий **генофонд, длительное время обитающих на одной территории** и относительно изолированных от других особей вида

Генофонд — совокупность генотипов всех особей популяции

Критерии вида (необходимо учитывать в совокупности!)

Критерий	Примеры ЕГЭ	Относительность
Морфологический — сходство во внешнем и внутреннем строении	<ul style="list-style-type: none"> Любое описание внешнего или внутреннего строения (наличие терки/радулы в глотке, рост такой-то, масса такая-то, высота такая-то, количество тычинок такое-то, наличие железистых трихом на листьях крапивы и т.д.) 	<ol style="list-style-type: none"> Виды-двойники — внешне абсолютно одинаковые, но различаются по другим критериям. Полиморфизм внутри вида — разное внешнее строение у особей одного вида
Физиологический — сходство процессов жизнедеятельности (обмена веществ, пищеварения, дыхания, выделения и особенно размножения)	<ul style="list-style-type: none"> Физиология размножения животных (возраст половой зрелости, сроки беременности, плодовитость — количество потомков и т.д.) Точное описание размножения растений (движение спермиев по пыльцевой трубке и т.д.) Особенности других процессов жизнедеятельности и физиологические характеристики (теплокровность, процессы дыхания, выделения и т.д.) Сроки жизни особей 	У родственных видов физиологические процессы сходны
Биохимический — сходство химического состава и протекания реакций	<ul style="list-style-type: none"> Название конкретных биохимических веществ (наличие у хвоща полевого кремния и стебле, выделение алкалоидов и т.д.) 	Чем ближе родство видов, тем больше сходство химического состава и протекания реакций
Экологический — сходство в условиях обитания (пища, характер местообитания и т.д.)	<ul style="list-style-type: none"> Абиотические факторы (солёность среды, температура, влажность, рельеф и т.д.) Биотические факторы (чем питается, в какие взаимоотношения вступает, вблизи с кем живет т.д.) Антропогенные факторы (селится вблизи человека и т.д.) Образ жизни (ночной/дневной образ жизни) Сроки цветения у растений (цветение в течение столько-то дней) 	На одной территории со сходными условиями обитают разные виды
Географический — один ареал (территория)	<ul style="list-style-type: none"> Упоминание конкретного географического названия или слова "ареал" (обитает в средней полосе России и т.д.) Иногда слова-маркеры — подвид (=географическая раса вида), эндемик, космополит 	<ol style="list-style-type: none"> Виды-космополиты — живут на всех континентах (к примеру, серая крыса) <ul style="list-style-type: none"> Часто синантропные виды (= следуют за человеком) — серая крыса, сизый голубь, рыжий таракан
Этологический — сходство в поведении (брачном, заботе о потомстве и т.д.) Этология — наука о поведении животных	<ul style="list-style-type: none"> Описание поведенческих реакций (характерно наличие такого-то брачного танца, вскармливание детенышей молоком, как проявление заботы о потомстве и т.д.) 	Не про относительность, но антоним: Виды-эндемики (редкие) — живут только в конкретном месте, больше нигде не встречаются (к примеру, эндемики Байкала, Австралии)
Генетический — сходство хромосомного набора (один кариотип) <ul style="list-style-type: none"> Самый важный критерий, обеспечивает генетическую изоляцию — нескрещиваемость между особями разных видов! Кариотип — совокупность всех признаков хромосом (числа, размера, формы и т.д.), характерных для соматической клетки данного вида организмов 	<ul style="list-style-type: none"> Описание кариотипа (число хромосом такое-то, форма такая-то и т.д.) 	<p>Близкородственные виды могут иметь схожее поведение</p> <p>У разных видов может быть одинаковое количество хромосом (число, но не полностью весь кариотип), а у особей одного вида могут возникнуть геномные мутации</p>
*Исторический — сходство происхождения, наличие общих предков		

Видообразование (база для ЕГЭ)

Географическое видообразование	Экологическое видообразование
<ul style="list-style-type: none"> В основе — географическая изоляция Более медленное 	<ul style="list-style-type: none"> В основе — экологическая изоляция Более быстрое 

Расширенная классификация:

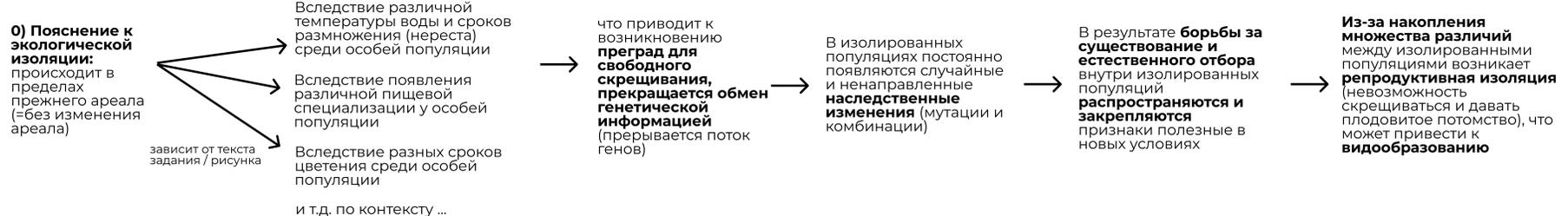
Аллопатрическое (географическое) видообразование	Симпатрическое видообразование
<ul style="list-style-type: none"> В основе — географическая изоляция, т.е. связана с изменением ареала Аллопатрическое и географическое — полные синонимы 	<ul style="list-style-type: none"> В основе — биологическая изоляция (экологическая, генетическая и т.д.), т.е. происходит в пределах ИСХОДНОГО ареала Симпатрическое видообразование — термин шире, чем экологическое, включает еще видообразование путем полиплоидизации, гибридизации

Базовая конструкция для второй части на изоляцию и видообразование/последовательность для первой части:

Географическое видообразование, т.к. оно связано с географической изоляцией:



Экологическое видообразование, т.к. оно связано с экологической изоляцией:



Направления эволюции

Биологический прогресс	Биологический регресс
<p>Эволюционный успех систематической группы</p> <ul style="list-style-type: none"> Большая численность Большое число систематических групп (разнообразие таксонов) Широкий ареал Большое количество занимаемых экологических ниш, высокая приспособленность 	<p>Эволюционный упадок систематической группы</p> <ul style="list-style-type: none"> Низкая численность Небольшое число систематических групп (отсутствие разнообразия таксонов) Узкий ареал Узкая экологическая ниша (узкоспециализированность/небольшое количество, освоенных экологических ниш/низкая приспособленность)
<p>Грызуны (крысы, мыши), голуби, тараканы, одуванчик обыкновенный, пырей ползучий и т.д.</p>	<p>Кистеперые и Двоякодышащие рыбы; мечехвосты, Клювоголовые (гаттерия), журавль стерх, утконосы, ехидны, Гинкговые, секвойя, амурский тигр, лошадь Пржевальского, снежный барс</p>

Формы эволюции (эволюционные процессы)

Дивергенция	Конвергенция
<p>Расхождение признаков у родственных организмов из-за приспособления к разным условиям среды</p>	<p>Схождение признаков у неродственных организмов из-за приспособления к одинаковым условиям среды</p>
<p>разное внешнее строение и функции</p> 	<p>сходное внешнее строение и функции</p> 

В тестах обращаем внимание в первую очередь на схождение/расхождение признаков по внешнему строению и функциям
 Если сходятся — конвергенция. Если расходятся — дивергенция. Родство ВТОРИЧНО, но если в примере беспозвоночное + позвоночное (неродственные) — это точно пример конвергенции!

<p>Классические примеры: формирование различных клювов птиц, различных типов конечностей, различных типов крыльев насекомых, конечности наземных позвоночных между собой, видоизменения одного органа растения между собой (филоклады и луковица, например) и т.д.</p>	<p>Классические примеры: крылья бабочки и птицы, глаз человека и осьминога, копытная конечность медведки и крота, обтекаемая форма тела водных животных, видоизменения разных органов растения с одной функцией (колючки разного происхождения, усики разного происхождения)</p>
<p>Передняя конечность летучей мыши, птицы, человека, кита между собой = конечности наземных позвоночных, расхождение по строению и функциям</p> 	<p>Крылья летучей мыши/летяги и крылья птицы = схождение по внешнему строению и функциям (отличаются по внутреннему строению: у птицы в крыло преобразована передняя конечность, а у летучей мыши крыло — кожная складка, натянутая между конечностями)</p> 
<p>Чешуя ящерицы, рога оленя и бородки крыльев птиц = расхождения по внешнему строению и функциям роговых производных</p>	<p>Задние конечности тушканчика и кенгуру = схождение по внешнему строению и функциям</p> 
	<p>Крылья-ласты пингвина и ласты дельфина = схождение по внешнему строению и функциям</p> 

***Параллелизм** — конвергенция у близкородственных групп организмов, одинаковые изменения гомологичных органов.
 В ЕГЭ практически не встречается. Примеры параллелизма = конвергенция в ЕГЭ.

Сравнительно-анатомические доказательства эволюции:

Метод — **сравнительно-анатомический** (в 1 задании не бывает, для второй части)

- Аналогичные и гомологичные органы
 - Рудименты** — органы, утратившие свои функции, имеющиеся в недоразвитом виде. **Есть у всех особей вида!** Примеры: Мышцы, двигающие уши; тазовые кости у кита, аппендикс
 - Атавизмы** — появление у отдельных организмов признаков далеких предков. **Есть только у отдельных особей вида!** Примеры: многососковость, волосатость лица и хвостатость у человека
- Причины атавизмов:** гены, кодирующие признаки, утратившие свое значение (предковые), могут еще долго сохраняться в геномном типе, но их проявление репрессируется (подавляется). В случае мутации или сбоя регуляции активности генов, они могут вновь экспрессироваться и **признак проявится**

Палеонтологические доказательства эволюции:

Палеонтология — наука об изучении организмов прошлых эпох (геологических времен)
 Метод — **палеонтологический** (изучение окаменелостей/составление филогенетических рядов и т.п.)

- Ископаемые окаменелости, отпечатки, ископаемые остатки – скелеты, раковины, сохранившиеся внутри янтаря организмы и т.д.
- Палеонтологические (филогенетические) ряды** — ряды ископаемых форм, последовательно сменявших друг друга в процессе эволюции. Например, филогенетический ряд лошади, слона и т. д.
- Ископаемые переходные формы** — организмы, сочетающие в себе признаки более древней и более молодой группы (археоптерикс, риниофиты/псилофиты и т.д.)

Биогеографические доказательства эволюции:

Биогеография — наука об изучении ареалов распространения живых организмов на Земле
 Метод — **биогеографический** (изучение ареалов распространения сумчатых животных и т.д.)

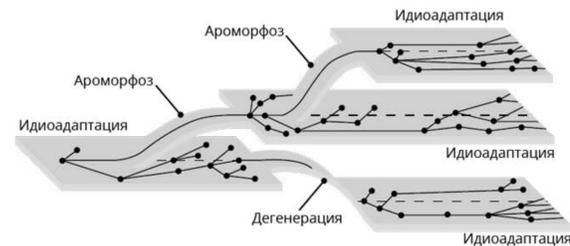
- Теория дрейфа континентов:** некогда вся суша Земли представляла собой единый суперматерик - Пангею, который впоследствии разделился на два материка: Северный — Лавразию и Южный — Гондвану. В результате раскола и дрейфа (движения) литосферных плит из Северного материка образовались Евразия и Северная Америка, а из Южного — Африка, Австралия, Южная Америка и Антарктида. Это обусловило различие фауны и флоры континентов



- 6 биогеографических зон с особенностями флоры и фауны (палеоарктическая, неоарктическая, эфиопская, индомалайская, неотропическая и австралийская)
- Виды — эндемики** — живут только в конкретном месте, больше нигде не встречаются (например, байкальская нерка)
- Виды — реликты**

Пути достижения биологического прогресса

Ароморфоз (арогенез, морфофизиологический прогресс)	Идиоадаптация (аллогенез)	Общая дегенерация (катагенез)
<ul style="list-style-type: none"> Крупное эволюционное приобретение Повышает уровень организации Образуются самые крупные таксоны (Царства, Отделы, Типы, Классы и т.д.) 	<ul style="list-style-type: none"> Частное эволюционное приобретение к конкретным условиям среды Не меняет уровень организации Образуются более мелкие таксоны (Роды, Отряды, Семейства и т.д.) 	<ul style="list-style-type: none"> Упрощение организации, редукция органов / частей органов у паразитов или организмов, перешедших к малоподвижному/неподвижному/прикрепленному образу жизни Снижает уровень организации
<p>Примеры: Появление многоклеточности, полового размножения, хитинового покрова, двух/трех/четырёхкамерного сердца, цветка и плода и т.д.</p>	<p>Примеры: наличие плавательных перепонок между пальцами, разных видов конечностей/ротовых аппаратов/клювов, видоизменения органов растения, приспособления цветка к типу опыления, редукция зрения у крота, формирование присосок у бычьего цепня и т.д.</p>	<p>Примеры должны соответствовать 2 критериям ОДНОВРЕМЕННО: 1) Частична или полная редукция (упрощение/исчезновение) 2) Организм — паразит или перешедший к малоподвижному/неподвижному/прикрепленному образу жизни</p> <p>Редукция пищеварительной системы у лентецов, редукция хорды у асцидий, редукция головы у беззубки</p>



В ходе дивергенции и конвергенции формируются:

Гомологичные органы	Аналогичные органы
<p>Как правило, образуются в ходе дивергенции</p>	<p>Как правило, образуются в ходе конвергенции</p>
<ul style="list-style-type: none"> общее внутреннее строение и происхождение (организмы родственны) разное внешнее строение и функции 	<ul style="list-style-type: none"> разное внутреннее строение и происхождение (организмы не родственны) сходное внешнее строение и функции
<p>Классические примеры: различные клювы птиц, различные типы конечностей наземных позвоночных между собой, видоизменения одного органа растения между собой (клубень и луковица, например), чешуя акулы и зуб кошки и т.д.</p>	<p>Классические примеры: крылья бабочки и птицы, глаз человека и осьминога, копытная конечность медведки и крота, видоизменения разных органов растения с одной функцией (колючки разного происхождения, усики разного происхождения)</p>

В тестах обращаем внимание в первую очередь на родство между организмами и происхождение признаков. Если в примере беспозвоночное + позвоночное (неродственные) — это точно пример аналогичных органов. Схождение/расхождение по функциям и внешнему строению — ВТОРИЧНО.

Правила эволюции:

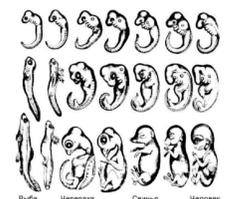
- Эволюция необратима
- Новые виды образуются из менее специализированных видов
- Эволюция не всегда идет от простого к сложному
- Эволюция неравномерна
- Чередуется ароморфозов и идиоадаптаций (закон Северцова)

Эмбриологические доказательства эволюции:

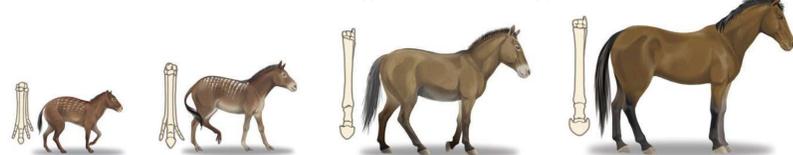
Эмбриология — наука, изучающая живые организмы на эмбриональной стадии онтогенеза (от формирования зиготы до рождения/вылупления из яйцевых оболочек)

Метод — **эмбриологический** (сравнение эмбрионов, их строения и т.д.)

- Все организмы развиваются из зиготы
- Закон зародышевого сходства Карла Бэра:** Зародыши всех позвоночных на ранних этапах схожи друг с другом, но с течением развития зародыши теряют сходство
- Биогенетический закон Геккеля-Мюллера** — онтогенез есть краткое и быстрое повторение филогенеза: Зародыши более высокоорганизованных организмов проходят через все зародышевые стадии более примитивных организмов



Палеонтологический (филогенетический) ряд лошади



Что произошло со скелетом лошади в ходе эволюции для 2 части:

- У лошади удлинились конечности
 - Редуцировались 1, 2 и 4, 5 пальцы
 - 3 палец удлинился и на конце образовалось копыто
- + редуцировались ключицы в связи с бегом; мощные челюсти; увеличилась прочность и поверхность зубов

Молекулярно-генетические доказательства эволюции:

- Общность клеточного строения
- Универсальность генетического кода

Биохимические доказательства эволюции:

- Общность химического состава
- Общность аминокислотного состава белков у родственных видов и т.д.

Наблюдаемая эволюция:

Появление устойчивости к антибиотикам у бактерий

Гипотезы возникновения жизни на Земле

1) Креационизм

Организмы появились путём божественного сотворения

Доказательства: их нет, т.к. все основано на вере

2) Гипотеза стационарного состояния

Жизнь существовала всегда — ей нет начала и конца

Доказательства: существование видов - реликтов; клетка образуется только путём деления материнской ("жизнь - от жизни")

3) Панспермия

«Семена жизни» были занесены из космоса

Доказательства: споры очень долго могут оставаться жизнеспособными

4) Гипотеза самозарождения

Жизнь может образовываться из неживого постоянно

Доказательства: опыт Ван-Гельмонта:

Из грязной рубашки и пшеницы появляются живые мыши

Опровержение:

А) Опыты Ф. Реди (окончательно опровергнуть не смог, т.к. приверженцы самозарождения считали, что через закрытую банку "жизненные силы" не могли в нее проникнуть):

В открытой банке с мясом, куда могли попасть яйца, заводились черви. В плотно закрытой банке жизнь не развивалась



Б) Опыты Луи Пастера (удалось окончательно опровергнуть)

Пастер кипятил молоко в S-образной колбе (позже это было названо **пастеризацией**) — процессы гниения, брожения не происходили, жизнь не зарождалась, молоко не мутнело



5) Гипотеза абиогенеза (биохимической эволюции) Опарина - Холдейна

Жизнь изначально образовалась из неживого, т.к. на Земле были необходимые для этого условия, но сейчас это невозможно. Сейчас нет таких условий, и возникающие формы преджизни были бы неминуемо уничтожены современными организмами

Условия:

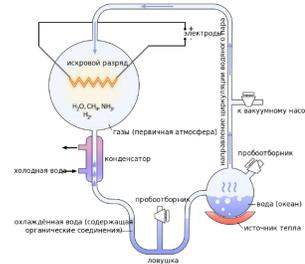
- 1) Первичная атмосфера Земли была **восстанавливающей** — кислород в ней отсутствовал
- 2) В первичной атмосфере Земли была **высокая концентрация соединений углерода и азота** (метан, аммиак)
- 3) Атмосфера: пары воды, аммиак, метан, водород, угарный газ и углекислый газ
- 4) Высокая температура
- 5) Высокое ультрафиолетовое излучение (не было озонового экрана)
- 6) Постоянная грозовая активность (электрические разряды - молнии)

Последовательность событий биохимической эволюции:

- 1 - Абиогенный синтез органических веществ из неорганических соединений (мономеров) под воздействием энергии электрических разрядов — из аммиака, метана, угарного газа и паров воды синтезировались аминокислоты, сахара
- 2 - Абиогенный синтез биополимеров в прибрежных районах на границе водоемов и суши (не в толще воды, чтобы не происходил самопроизвольный гидролиз)
- 3 - Образование из биополимеров коацерватных капель. **Коацерваты** — белковые комплексы с единой водной оболочкой, обособлялись от остального, менее концентрированного раствора. Для них уже был характерен **рост** (увеличение в объеме и весе), они могли дробиться на более мелкие — **размножаться**, обладали **обменом веществ**
- 4 - Образование мембраны на границе трех сред (воздух, вода, суша) и появление первых организмов — пробионтов
- 5 - Переход от химической эволюции в биологическую. Появление самовоспроизведения, первых экосистем и т.д.

Доказательства: Опыт Миллера - Юри

Они воссоздали состав атмосферы Земли в таком виде, в каком она существовала до появления живых существ (метан, аммиак, вода, водород, угарный газ, разряды молний, УФ-излучение, повышенная температура), для образования живого вещества из неживого. У них получилось синтезировать некоторые аминокислоты, азотистые основания, сахара, молочную кислоту и мочевины



6) Современная генетическая гипотеза Мёллера (РНК-мир)

Первые живые организмы могли быть представлены **одной молекулой РНК**, способной создавать свои **копии** без участия ДНК и белков. Молекулы РНК могли служить не только носителями информации (матричная основа для синтеза новых РНК, белка), но и катализаторами химических реакций. Молекулы размножались, изменялись, усложнялись, постепенно развились клетки.

Гипотеза Опарина - Холдейна не отвечала на вопрос, как возникло наследование информации о структуре сложных молекул (по теории непонятно, как возникло, к примеру, самовоспроизведение, если случайным образом образовывались сложные молекулярные комплексы, как сохранялись молекулы, если срок их жизни ограничен, неясно, как химическая эволюция перешла в биологическую)

Доказательства: Томас Чек доказал, что некоторые молекулы РНК обладают ферментативной активностью (**рибозимы**) и самопроизвольно соединяются в полинуклеотиды в среде с высокой концентрацией минеральных солей

Развитие жизни на Земле:

1) Первые живые организмы на Земле — гетеротрофные анаэробные бактерии. Анаэробные, т.к. до появления фотосинтетиков не было кислорода. Гетеротрофные — питались готовыми органическими веществами "первичного бульона", фотосинтез появился позже

2) Далее появились первые фотосинтезирующие организмы — Цианобактерии. Значение появления фотосинтеза:

1) Накопление кислорода стало предпосылкой для появления аэробов - организмов, которые осуществляют энергетический обмен с участием кислорода

2) Появление аэробного типа энергетического обмена привело к повышению эффективности метаболизма (при анаэробном окислении 1 молекулы глюкозы образуется 2 АТФ, а при полном окислении с участием кислорода - до 38 молекул АТФ)

3) Благодаря накоплению кислорода в атмосфере сформировался озоновый экран, защищающий живые организмы от пагубного воздействия космического УФ-излучения (мутагена и фактора денатурации белка)

4) Это стало предпосылкой для выхода живых организмов из воды на сушу

Последовательность эр и периодов:

Архейская - Протерозойская - Палеозойская (Кембрий - Ордовик - Силур - Девон - Карбон - Пермь) - Мезозойская (Триас - Юра - Мел) - Кайнозойская (Палеоген - Неоген - Антропоген)

Появление и расцвет основных отделов/типов и классов:

Надкласс Рыбы

Появление: Силур (первые Бесчелюстные)

Расцвет: Девон

Класс Амфибии

Появление: Девон (ихтиостеги, стегоцефалы)

Расцвет: Карбон

Класс Рептилии

Появление: Карбон (котилозавры)

Расцвет: Триас и Юра

Класс Млекопитающие

Появление: Триас

Расцвет: Палеоген, Неоген, Антропоген (весь кайнозой)

Класс Птицы

Появление: Юра

Расцвет: Палеоген, Неоген, Антропоген (весь кайнозой)

Риниофиты (псилофиты)

Появление: Силур

Расцвет споровых: Девон + Карбон

Голосеменные

Появление: Пермь (первые примитивные еще в Карбоне)

Расцвет: Триас, Юра, Мел (весь Мезозой)

Покрывосеменные

Появление: Мел

Расцвет: Палеоген, Неоген, Антропоген (весь кайнозой)

АНТРОПО

НЕО

ПАЛЕО

МЕЛ

ЮРА

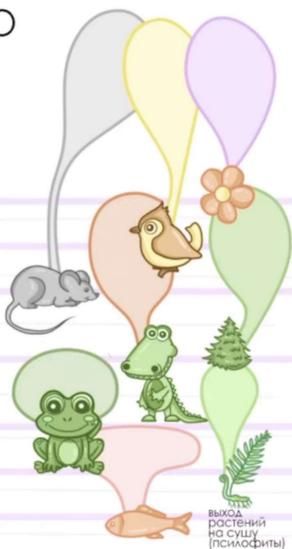
ТРИАС

ПЕРМЬ

КАРБОН

ДЕВОН

СИЛУР



Основные переходные формы:

Низшие растения → Высшие растения: риниофиты (псилофиты)

Споровые растения → Семенные растения: семенные папоротники (птеридоспермы)

Рыбы → Земноводные: ихтиостега (очень редко, но могут дать — древние кистеперые рыбы, стегоцефалы — первые земноводные)

Земноводные → Пресмыкающиеся: сеймурия (котилозавры — первые пресмыкающиеся)

Пресмыкающиеся → Птицы: археоптерикс (протоавис)

Пресмыкающиеся → Млекопитающие: зверозубые ящеры (например, циногнатус)

Антропология — наука о человеке
Антропогенез — процесс эволюционного развития человека

Систематическое положение человека:

Впервые поставил человека в группу с приматами Линней, а развил эту идею уже Дарвин

Царство - Животные
Подцарство - Многоклеточные
Тип - Хордовые
Подтип - Позвоночные (черепные)
Класс - Млекопитающие
Подкласс - Настоящие звери, Плацентарные
Отряд - Приматы
Подотряд - Человекообразные
Надсемейство - Высшие узконосые
Семейство - Гоминиды
Род - Человек
Вид - Человек разумный

Сходства с различными группами:

Тип хордовые: двусторонняя (билатеральная) симметрия, хорда у зародыша, нервная трубка (нервная система трубчатого типа), жаберные щели у зародыша, сердце на брюшной стороне

Подтип Позвоночные: хорда заменяется на позвоночник, формируется череп, 5 отделов головного мозга, две пары конечностей

Класс млекопитающие: кожа имеет 3 слоя (+волосы и гиподерма), многочисленные железы кожи, 7 позвонков в шейном отделе, нет вороньих костей (пояс передних конечностей - ключицы и лопатки), диафрагма, твердое и мягкое небо, дифференцированные зубы, теплокровность - 4 камерное сердце, альвеолярные легкие, развитая кора ГМ с бороздами и извилинами, наружное ухо и 3 слуховые косточки в среднем ухе, вскармливание детенышей молоком

Подкласс Настоящие звери, Плацентарные: внутриутробное развитие в матке, питание через плаценту

Отряд Приматы: пятипалая конечность хватательного типа с противопоставленным большим пальцем, на пальцах - когти (ногти), подвижная ключица и шаровидный плечевой сустав, молочные и постоянные зубы, усложнение переднего мозга, бинокулярное зрение, одна пара сосков, низкая плодовитость

Подотряд Человекообразные: короткое туловище и длинные конечности, уменьшение числа грудных и поясничных позвонков, увеличение крестцовых, отсутствие хвоста, развитая мимическая мускулатура, аппендикс и более 90 рудиментов и атавизмов, сходные структуры гемоглобина, 4 группы крови и резус - фактор, менструация и длительность беременности 9 месяцев, сходные сроки полового созревания, хромосомный набор (у обезьян - 48, у человека - 46 - установлено, что хромосомы второй пары у человека образованы слиянием двух хромосом, гомологичных таковым у шимпанзе), имеется высокая степень гомологии по первичной структуре генов (более 90% генов человека и шимпанзе сходны между собой)

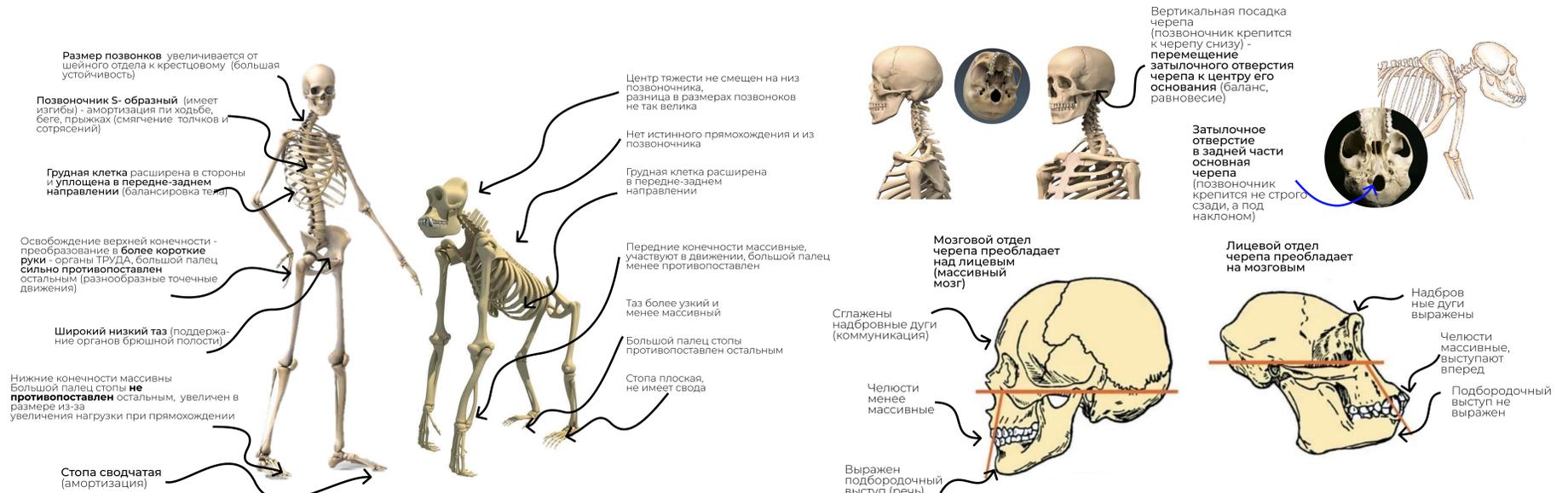
Отличия человека:

Головной мозг: объем мозга больше
Поведение: способность к членораздельной речи и абстрактному мышлению, сложная рассудочная деятельность (вторая сигнальная система), систематическое изготовление и использование орудий труда

Изменения в скелете будут связаны с прямохождением, объемным мозгом, трудом, и использованием орудий труда и огня, речью и необходимостью коммуникаций (общественный образ жизни)

изменения скелета на следующей странице

Отличия в скелете человека и животных:



Факторы антропогенеза:

Биологические: наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный отбор, миграции, изоляция, популяционные волны и дрейф генов
Социальные: трудовая деятельность, речь, общественный образ жизни, использование орудий труда и огня

Основные этапы антропогенеза:

1) **Дриопитеки** (древесные обезьяны: объем ГМ 380 см³, передвигались на четвереньках, имели хорошо развитую хватательную функцию, жили в основном на деревьях)

2) **Австралопитеки** — человекообразные обезьяны: объем мозга 500-650 см³ передвигались преимущественно на двух ногах, в качестве орудий труда использовали камни, палки — естественные орудия труда (большинство ветвей австралопитек были тупиковыми):

• **Протоантропы. Вид Человек умелый. Прогрессивная ветвь австралопитеков:** объем ГМ 600-730 см³, перешли к изготовлению примитивных каменных орудий труда (**галыки с отбивными краями** — чопперы — орудия олдувайской культуры - названы по месту, где были найдены), населяли Африку, жили группами с разделением обязанностей, занимались собирательством и охотой

3) **Древнейшие люди — архантропы. Вид Человек прямоходящий:** объем мозга 770 - 1200 см³, ходили на двух ногах подолгу и без напряжения, имели более разнообразные орудия труда (**заостренные с двух сторон камни, рубила и скребла** из кремния — ашельская культура), **начинали пользоваться огнем и умели его поддерживать, впервые возникло подобие речи (примитивная — отдельные выкрики)**

Находки: питекантроп, синантроп, гейдельбергский человек

4) **Древние люди — палеантропы. Вид Человек Неандертальский:** объем мозга 1200-1400 см³, были коренасты, мускулисты, **изготавливали сложные и разнообразные кремневые и костяные орудия труда - наконечники и скребла** (мустьерская культура), **добывали и ШИРОКО использовали огонь, начала формироваться членораздельная речь (лепет)**

Населяли преимущественно **Европу**, жили в пещерах/жилищах из ветвей, **занимались загонной (коллективной) охотой на мамонтов и крупных копытных**, шили одежду из шкур и костей убитых животных, у них зарождается искусство и религия, они имели культ животных и **ритуальное погребение усопших**

Находки: неандертальцы (найлены в долине Неандерталь в Германии, но также обитали в пещерах Франции)

5) **Современные люди — неантропы. Вид человек разумный:** объем мозга 1400 - 1600 см³, высокий рост, совершенные орудия труда (**наконечники, гарпуны, ножи, скребла из камня рога и кости** — шательперонская культура), членораздельная речь, жили в пещерах или в жилищах из костей мамонтов (строили жилища!), столов деревьев, каменных плит и шкур убитых зверей, **занимались одомашниванием животных (животноводство) и окультуриванием растений и земледелием (неолитическая революция)**, быстрое развитие искусства (рисунки в пещерах) и религии, **биологические факторы эволюции уступают место социальным**

Находки: Кроманьонец (подвид)

Расы — исторически сложившиеся группы людей, характеризующиеся общностью наследственных и физиологических способностей

Расовые отличия — биологические особенности которые появились в связи с жизнью в разных природных условиях

1) Негроидная (негро-австралоидная/экваториальная)

Темная кожа, курчавые волосы, широкий и плоский нос, толстые губы, мало волос на лице

2) Европеидная (евразийская)

Светлая кожа, чаще прямые светлые волосы, неширокий выступающий нос, тонкие губы, у мужчин много волос на лице

3) Монголоидная (азиатско-американская)

Желтая кожа, темные прямые жесткие волосы, плоский широкий нос, широкое скуластое лиц, узкие карие глаза

Доказательства единства рас:

1) Всем представителям свойственны все признаки вида Человек разумный, т. к. признаки были приобретены задолго до разделение на расы (расовые — второстепенны)

2) Между людьми разных рас нет репродуктивной изоляции — они могут скрещиваться и давать плодовитое потомство (метисы)

3) В биологическом и психическом отношении представители всех рас абсолютно равноценны и находятся на одном и том же уровне эволюционного развития

4) Сходные изменения, наблюдаемые в настоящее время у представителей разных рас, проявляющиеся в снижении общей массивности скелета и ускорении развития всего организма (акселерация)