Теория эволюции – ***наука о причинах, механизмах, движущих силах и общих закономерностях эволюции живой природы***

Эволюция – ***исторический процесс адаптивных преобразований живой природы на всех уровнях ее организации – от микромолекулярного до экосферного, – характеризующийся необратимостью и общей прогрессивной направленностью***

Геохронологическая таблица (шкала) ***– шкала геологического времени, показывающая последовательность и соподчиненность этапов развития земной коры и органического мира Земли (эонов, эр, периодов, эпох, веков).***

Выделяют два крупнейших эона (эратемы) – **криптозой** (**докембрий**), включающий **архейскую** и **протерозойскую эры** (**от 3,5 млрд. до 570 млн. лет назад**) и **фанерозой**, включающий **палеозойскую** (**от 570 до 230 млн. лет назад**), **мезозойскую** (**от 230 до 65 млн. лет назад**) и **кайнозойскую эры** (**от 65 млн. лет назад до настоящего времени**).

ЭОН	ЭРА	ПЕРИОД	ЭПОХА	Начало (млн. лет назад)	Продолжительность (млн. лет)	РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ
ФАНЕРОЗОЙ (продолжительность 570 млн. лет)	**Палеозойская**	Пермь	Поздняя Ранняя	280	55	Появление голосеменных растений, вымирание папоротникообразных. Появление крупных пресмыкающихся.
		Карбон	Поздний Средний Ранний	345	75-65	Расцвет на суше гигантских плаунов и папоротников. Обилие земноводных. Образование каменного угля.
		Девон	Поздний Средний Ранний	400	60	Возникновение наземных сосудистых растений, появление насекомых, первых позвоночных на суше.
		Силур	Поздний Ранний	435	30	Расцвет морских беспозвоночных. Появление рыб.
		Ордовик	Поздний Средний Ранний	490	60	Появление низших наземных растений. Возникновение наземных беспозвоночных.
		Кембрий	Поздний Средний Ранний	570	70	Появление и широкое распространение морских беспозвоночных животных.
		Венд	Не подразделяется	690	110	Возникновение многоклеточных организмов и широкое распространение грибов, бактерий и водорослей
КРИПТОЗОЙ (продолжительность более 3,5 млрд. лет	**Протерозойская** **Архейская**	Рифей Карельский Не подразделяется	Кудаш Верхний Средний Нижний Не подразделяется Не подразделяется	700 1050 1350 1650 2500 Более 3500	20 350 300 300 1000 Более 1000	Появление эукариот. Появление прокариот. Простейшие одноклеточные организмы, способные к фотосинтезу и фиксации азота.. Первичные организмы, существовавшие в бескислородной среде.

ЭОН	ЭРА	ПЕРИОД	ЭПОХА	Начало периодов (млн. лет назад)	Продолжительность периодов (млн. лет)	РАЗВИТИЕ ЖИЗНИ (СОБЫТИЯ)
ФАНЕРОЗОЙ (продолжительность 570 млн. лет	**Кайнозойская**	Четвертичный (антропогеновый)	Голоцен Плейстоцен	1.8	1.8	Развитие человечества. Появление человека разумного (35-40 тыс. лет назад)
		Неоген	Плиоцен Миоцен	24	21.5	Развитие современных растительности и животного мира. Появление и формирование непосредственных предков человека.
		Палеоген	Олигоцен Эоцен Палеоцен	66	42	Расцвет покрытосеменных растений. Появление и развитие птиц и млекопитающих.
	Мезозойская	Мел	Поздний Ранний	136	70	Появление покрытосеменных растений. Вымирание крупных пресмыкающихся. Образование мела (захоронение углекислот)
		Юра		195	58	Полный расцвет голосеменных растений. Появление непосредственных предков птиц.
		Триас	Поздний Средний Ранний	230	35	Расцвет голосеменных растений Широкое распространение крупных пресмыкающихся.

Докембрий – от возникновения Земли до 570 млн. лет назад

Земля и другие планеты Солнечной системы образуются из газово-пылевого облака около 4,5 млрд. лет назад.

Более 4 млрд. лет назад начинается *химическая эволюция*, которая, при уникальном сочетании условий, приводит к возникновению из неорганических молекул первых органических веществ, а затем, около 3,5 млрд. лет назад, – *коацерватных капель* (*предбиологических структур*).

Появившиеся в результате отбора коацерватов первые *клеточные организмы*, знаменуют переход химической эволюции в биологическую.

Этот этап продолжается более 750 млн. лет и возникают *прокариоты с гетеротрофным типом* питания и *анаэробным обменом*, а, спустя еще 250 млн. лет, – *прокариоты с автотрофным питанием* и *аэробным обменом* (*карельский период* архейской эры).

В атмосфере появляется свободный кислород.

Вся земная суша в это время представляет собой огромный сверхматерик (впоследствии он раскалывается).

Докембрий – от возникновения Земли до 570 млн. лет назад

В *рифейском периоде* архейской эры (около 1,5 млрд. лет назад) на основе *симбиоза* различных прокариотических клеток возникают первые *эукариоты*.

Их дальнейшая эволюция идет путем *дивергенции* и приводит к образованию сначала *одноклеточных растений* и *животных*, а еще спустя 800-750 млн. лет – первых *многоклеточных* организмов (*вендский период* палеозойской эры).

Жизнь концентрируется в море.

В течение докембрия мир переживает, по меньшей мере, *два оледенения*: древнейшее – около 2,3 млрд. лет назад (карельское) и великое верхнерифейско-вендское (1 млрд. – 650 млн. лет назад).

В конце докембрия (около 600 млн. лет назад) льды тают, уровень океана повышается, и вода затапливает прибрежные районы материков.

Открываются новые, еще не занятые угодья с неограниченными возможностями ведения специализированного образа жизни.

Эксперимент Миллера – Юри – известный классический эксперимент, в котором **симулировались гипотетические условия раннего периода развития Земли для проверки возможности химической эволюции.**

Фактически это был экспериментальный тест ***гипотезы***, высказанной ранее **Александром Опариным** и **Джоном Холдейном**, о том, что ***условия, существовавшие на примитивной Земле, способствовали химическим реакциям, которые могли привести к синтезу органических молекул из неорганических***.

Был проведён **в 1953 году Стэнли Миллером** и **Гарольдом Юри**.

Аппарат, спроектированный для проведения эксперимента, включал смесь газов, соответствующую тогдашним представлениям о составе атмосферы ранней Земли, и пропускавшиеся через неё электрические разряды.

Эксперимент Миллера – Юри считается одним из важнейших опытов в исследовании происхождения жизни на Земле.

Первичный анализ показал наличие в конечной смеси 5 аминокислот. Однако, более точный повторный анализ, опубликованный в 2008 году, показал, что эксперимент привёл к образованию 22 аминокислот.

Собранный аппарат представлял собой две колбы, соединённые стеклянными трубками в цикл.

Заполнявший систему газ представлял собой смесь из **метана (CH_4), аммиака (NH_3), водорода (H_2)** и **монооксида углерода (CO)**.

Одна колба была наполовину заполнена **водой**, которая при нагревании испарялась и **водные пары** попадали в верхнюю колбу, куда с помощью электродов подавались **электрические разряды**, имитирующие разряды молний на ранней Земле.

По охлаждаемой трубке конденсировавшийся пар возвращался в нижнюю колбу, обеспечивая постоянную циркуляцию.

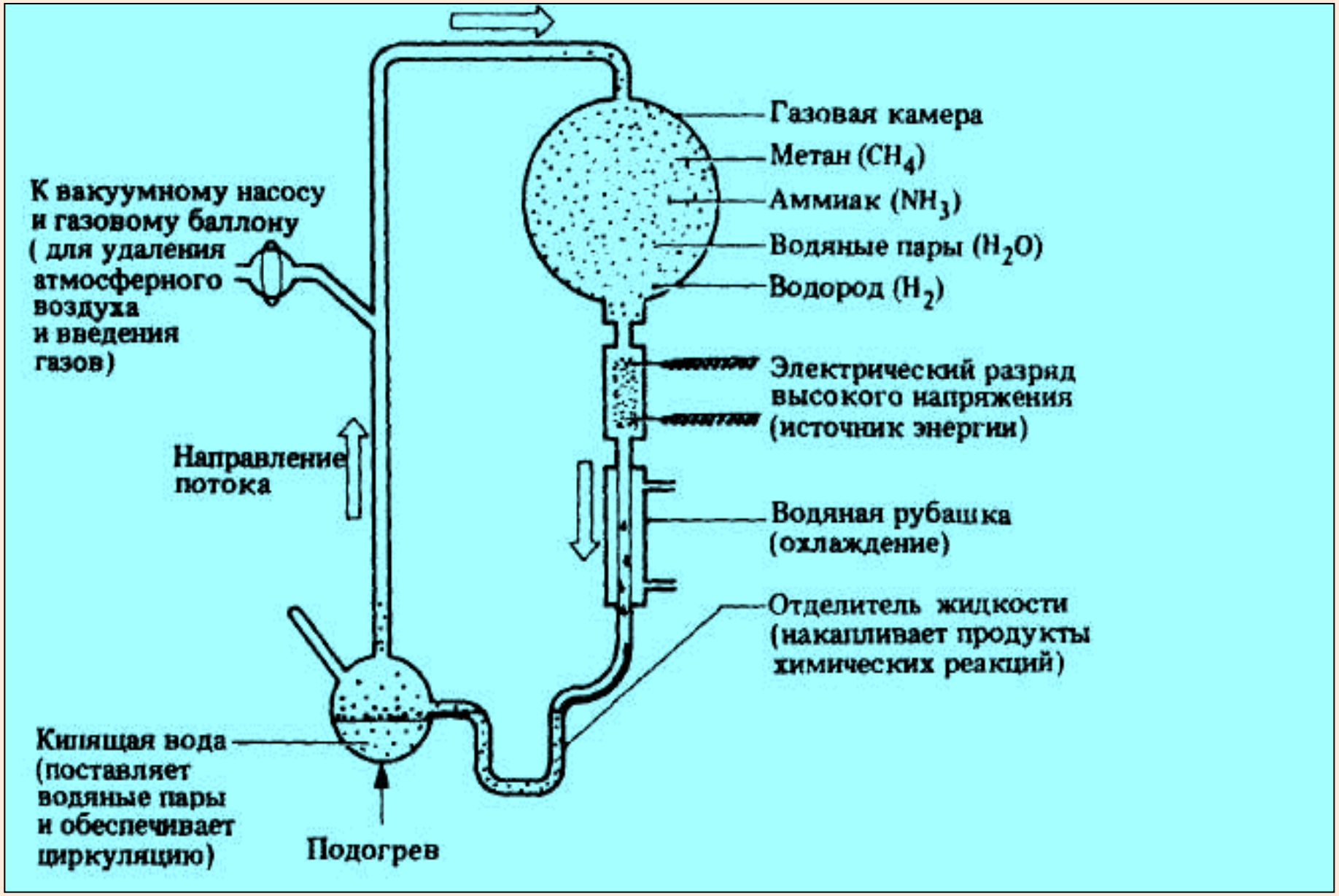
После одной недели непрерывного цикла Миллер и Юри обнаружили, что 10 –15% углерода перешло в органическую форму.

Около 2% углерода оказались в виде аминокислот, причём ***глицин*** оказался наиболее распространённой из них.

Были также обнаружены ***сахара, липиды*** и ***предшественники нуклеиновых кислот*.**

Эксперимент повторялся несколько раз в 1953–1954 годах.

Установка Стенли Миллера



Миллер использовал два варианта аппарата, один из которых, т. н. «вулканический», имел определённое сужение в трубке, что приводило к ускоренному потоку водных паров через разрядную колбу, что, по его мнению, лучше имитировало вулканическую активность.

Интересно, что повторный анализ проб Миллера, проведённый через 50 лет профессором и его бывшим сотрудником **Джеффри Бейдом** с использованием современных методов исследования, обнаружил в пробах из «вулканического» аппарата 22 аминокислоты, то есть гораздо больше, чем считалось ранее.

Миллер и Юри основывались в своих экспериментах на представлениях 1950-х годов ***о возможном составе земной атмосферы***.

После их экспериментов многие исследователи проводили подобные опыты в различных модификациях.

Было показано, что ***даже небольшие изменения условий процесса и состава газовой смеси (например, добавления азота или кислорода) могли привести к очень существенным изменениям как образующихся органических молекул, так и эффективности самого процесса их синтеза.***

В настоящее время вопрос о возможном составе первичной земной атмосферы остаётся открытым.

Однако, считается, что ***высокая вулканическая активность*** того времени ***способствовала выбросу*** также таких компонентов как ***диоксид углерода (CO_2), азот, сероводород (H_2S), двуокись серы (SO_2).***

Выводы о возможности химической эволюции, сделанные на основании данного эксперимента, подвергаются *критике*.

Как становится понятным, одним из основным аргументом критиков является ***отсутствие единой хиральности у синтезированных аминокислот***.

Полученные аминокислоты представляли собой практически *равную смесь стереоизомеров*, в то время как ***для аминокислот биологического происхождения, в том числе входящих в состав белков, весьма характерно преобладание одного из стереоизомеров.***

По этой причине дальнейший синтез сложных органических веществ, лежащих в основе жизни, непосредственно из полученной смеси затруднён.

По мнению критиков, хотя синтез важнейших органических веществ был явно продемонстрирован, *далеко идущий вывод о возможности химической эволюции, сделанный непосредственно из этого опыта, не вполне обоснован*.

Много позже, в 2001 году, **Алан Сагательян** показал, что ***самореплицирующиеся пептидные системы в состоянии эффективно усиливать молекулы определённого вращения в рацемической смеси, показав таким образом, что преобладание одного из стереоизомеров могло возникнуть естественным образом.***

Кроме того, показано, что ***существует возможность спонтанного возникновения хиральности в обычных химических реакциях, известны также пути синтеза ряда стереоизомеров, в том числе, углеводородов и аминокислот, в присутствии оптически активных катализаторов.***

Впрочем, *непосредственно в данном эксперименте ничего подобного в явном виде не произошло*.

Проблему хиральности пытаются решить иными способами, в частности, через теорию занесения органики метеоритами.

Биохимик **Роберт Шапиро** указал, что *аминокислоты, синтезированные Миллером и Юри, значительно менее сложные молекулы, чем нуклеотиды*.

Самая простая из тех 20 аминокислот, что входят в состав природных белков, имеет всего два углеродных атома, а 17 аминокислот из того же набора – шесть и более.

Аминокислоты и другие молекулы, синтезированные Миллером и Юри, содержали не более трех атомов углерода.

А нуклеотиды в процессе подобных экспериментов вообще никогда не образовывались.

Образование коацерватов и их свойства

Полипептиды и **полинуклеотиды** гидратируются (окружаются «водной рубашкой»), а затем объединяются в высокомолекулярные комплексы – ***коацерваты***, способные поглощать различные вещества, растворенные в воде.

Этот процесс приводит к изменению их внутреннего строения.

Этапы эволюции коацерватов

1. Приобретение способности к ***росту и размножению***.
2. Приобретение способности сохранять относительное ***постоянство внутреннего состава в процессе обмена со средой.***
3. Приобретение способности ***избирательно поглощать вещества*** и ***выделять продукты обмена.***
4. Приобретение способности к ***самовоспроизведению.*** На этой основе начинает действовать ***отбор коацерватов***.
5. ***Полипептиды*** приобретают ***способность к катализу***, а ***полинуклеотиды*** – свойство ***комплементарности*** и ***матричного синтеза.***
6. Возникают ***мембраны*** со свойством ***избирательной проницаемости.***

Возникновение прокариот

В результате ***отбора коацерватов***, образовавшихся примерно **3,5 млрд. лет назад**, появляются **примитивные безъядерные клетки** (**2,7 млрд. лет назад**).

Первые ***прокариоты*** – **гетеротрофные организмы**, способные использовать растворенные в первичном океане вещества в качестве источника энергии. Поскольку в атмосфере нет кислорода, для них характерен **анаэробный тип метаболизма.**

Возникновение автотрофного типа питания и аэробного обмена

В связи с угрозой быстрого истощения пищи, преимущество получают организмы, способные использовать энергию солнечного излучения для синтеза органических соединений.

Появляются **пурпурные бактерии** (***используют углекислый газ в качестве источника углерода или готовые органические вещества***) и **цианобактерии** (***используют воду и углекислый газ для синтеза органических соединений***).

Живые организмы архея были представлены сначала анаэробными прокариотами, которые использовали в качестве источника энергии готовые органические соединения, синтезированные ***абиогенно***.

1. Важным **ароморфозом** было появление ***хемоавтотрофных бактерий***, окисляющих соединения **железа** и **серы** – ***железобактерии*** и ***серобактерии***.

2. Следующим ароморфозом, этапом было **появление процесса фотосинтеза.**

Сначала появились ***зеленые*** и ***пурпурные серобактерии с фотосистемой-1***, которые из **углекислого газа** и **сероводорода** за счет **энергии света** образовывали органику с выделением серы:

$$CO_2 + 2H_2S + Q \rightarrow (CH_2O) + 2S + H_2O$$

3. Позже появляются синезеленые (цианобактерии). ***Фотосинтез синезеленых – важнейший ароморфоз архейской эры. Благодаря их жизнедеятельности атмосфера начинает обогащаться кислородом.***

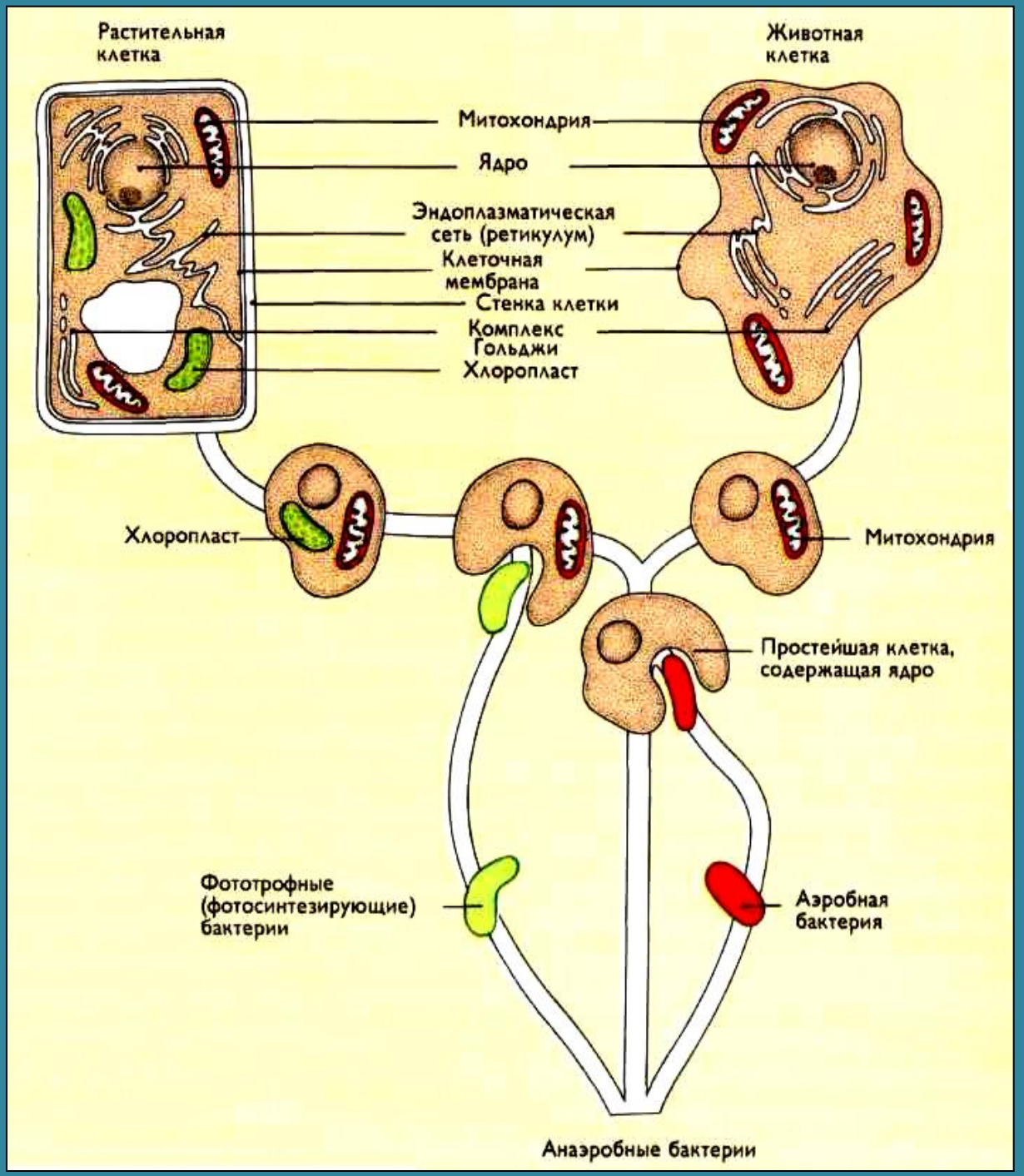
$$CO_2 + 2H_2O + Q \rightarrow (CH_2O) + O_2 + H_2O$$

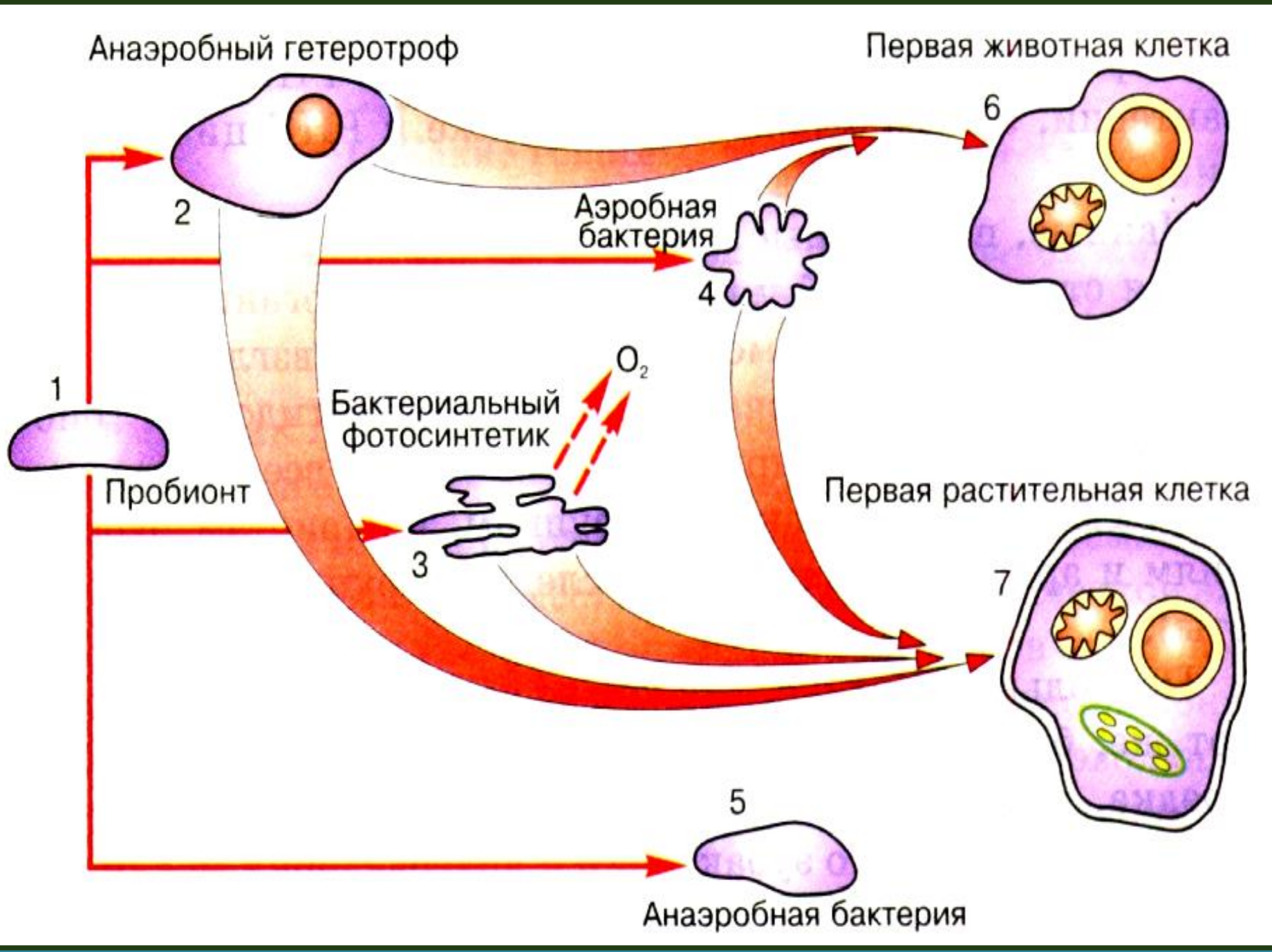
Симбиогенетическая гипотеза возникновения эукариотических клеток

Возникновение митохондрий – результат внедрения древней аэробной бактерии в анаэробный прокариотный организм.

Развитие ресничек, жгутиков, центриолей, митотического веретена и хромомер хромосом – результат симбиоза со спирохетообразной бактерией.

Появление хлоропластов связано с превращением сине-зеленых водорослей в *эндосимбионтов* первичных эукариот




Анаэробный гетеротроф
Первая животная клетка
6
2
Аэробная
бактерия
4
1
O_2
Бактериальный
фотосинтетик
Пробионт
Первая растительная клетка
3
7
5
Анаэробная бактерия

Надцарство Прокариоты

Подцарство Архебактерии

Около 50 видов бактерий без муреина в клеточной стенке. Имеют интроны.

Метанообразующие, галобактерии, серозависимые.

Подцарство Настоящие бактерии

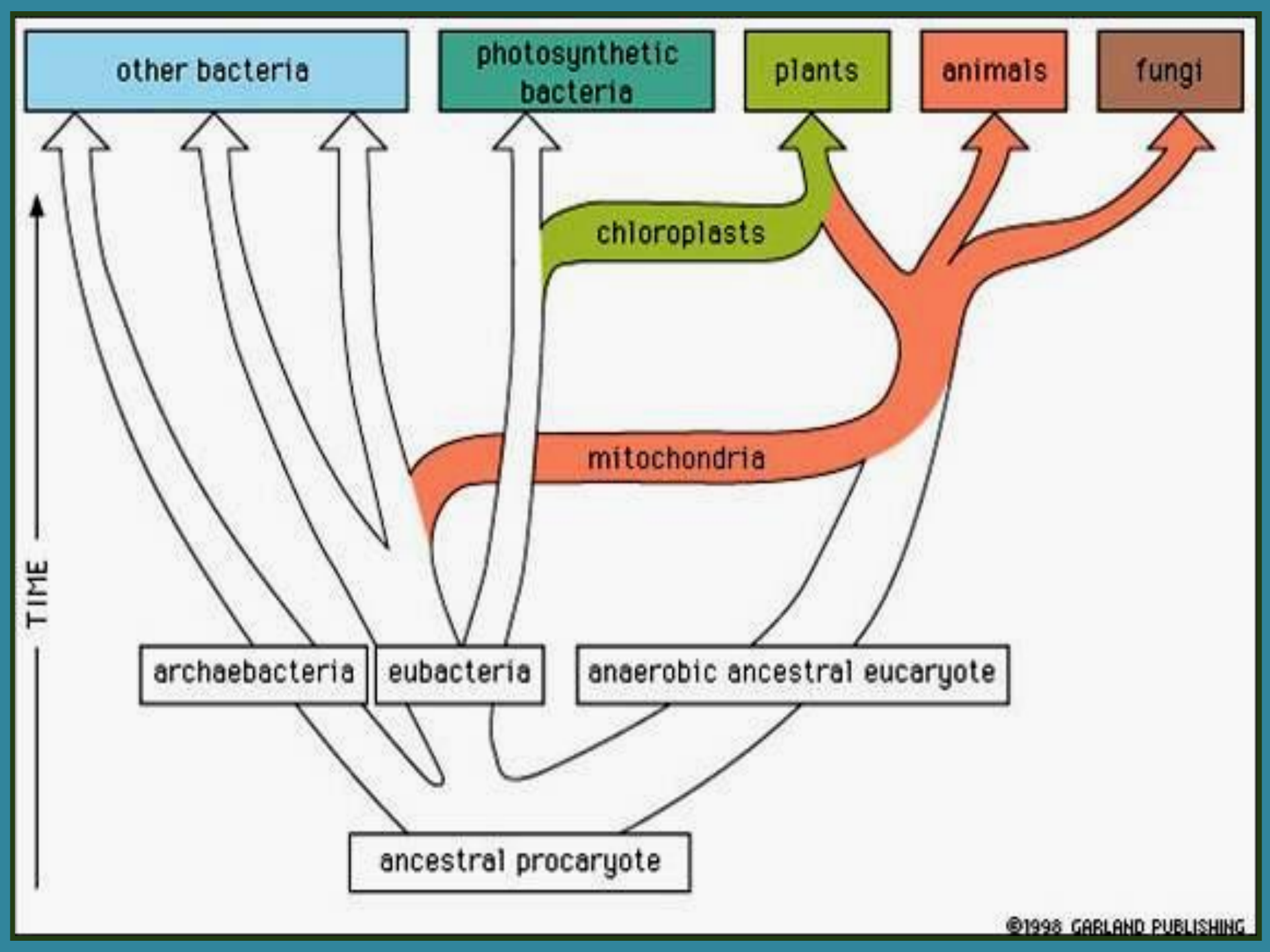
Одноклеточные формы.

Гетеротрофы, (сапротрофы, паразиты, симбионты); фотоавтотрофы; хемоавтотрофы.

Подцарство Цианобактерии

Одноклеточные и многоклеточные формы.

Фотосинтез с выделением кислорода. Многие фиксируют атмосферный азот


other bacteria
photosynthetic bacteria
plants
animals
fungi
chloroplasts
mitochondria
TIME
archaebacteria
eubacteria
anaerobic ancestral eucaryote
ancestral procaryote
©1998 GARLAND PUBLISHING

Основные гипотезы происхождения многоклеточности

Теория гастреи Э. Геккеля (1872)

Предками всех многоклеточных являются **колониальные простейшие**, которые образуют однослойную сферическую колонию, подобную ***бластуле***.

Впоследствии происходит **инвагинация** – впячивание передней стенки внутрь колонии.

Это приводит к образованию двухслойного многоклеточного организма – ***гастреи***.

Внутренний слой – ***энтодерма*** – окружает внутреннюю полость, края которой открываются **бластопором**.

Общий план строения гастреи соответствует строению примитивных кишечнополостных, которые, таким образом, являются предками многоклеточных.

Основные гипотезы происхождения многоклеточности

Теория фагоцителлы И.И. Мечникова (1886)

Исходная форма многоклеточных – гипотетическое животное **фагоцителла**.

Фагоцителла, подобно личинке низших многоклеточных – ***паренхимуле*** – состоит из слоя поверхностных клеток – эктодермы и внутренней клеточной массы – ***паренхимы*** (образуется за счет миграции клеток эктодермы).

Эктодерма выполняет защитную функцию, функцию внешнего обмена и движения, а паренхима – внутреннего обмена и внутриклеточного пищеварения.

Примитивное животное – **трихоплакс** – по своему строению соответствует фагоцителле и выделено в надраздел подцарства многоклеточных – **фагоцителлообразные.**

Докембрийское море

В докембрийском море обитало множество различных ***медуз (1)***, плоских червеобразных ***диксоний (2)*** и ***сприггин (3)***. Сприггина имела вдоль боков множество крохотных плавательных пластинок. Возможно это животное – предок трилобитов. ***Харниодиск (4)***, ***рангея (5)*** и ***птеридиний (6***) – листообразные морские перья – были колониями крохотных животных, похожих на гидр, которые отфильтровывали из воды частицы пищи.

А ***трибрахидий (7)*** – полная загадка. У него был Y-образный центральный рот с щетинкообразными отростками. Возможно, что он – предок современных иглокожих

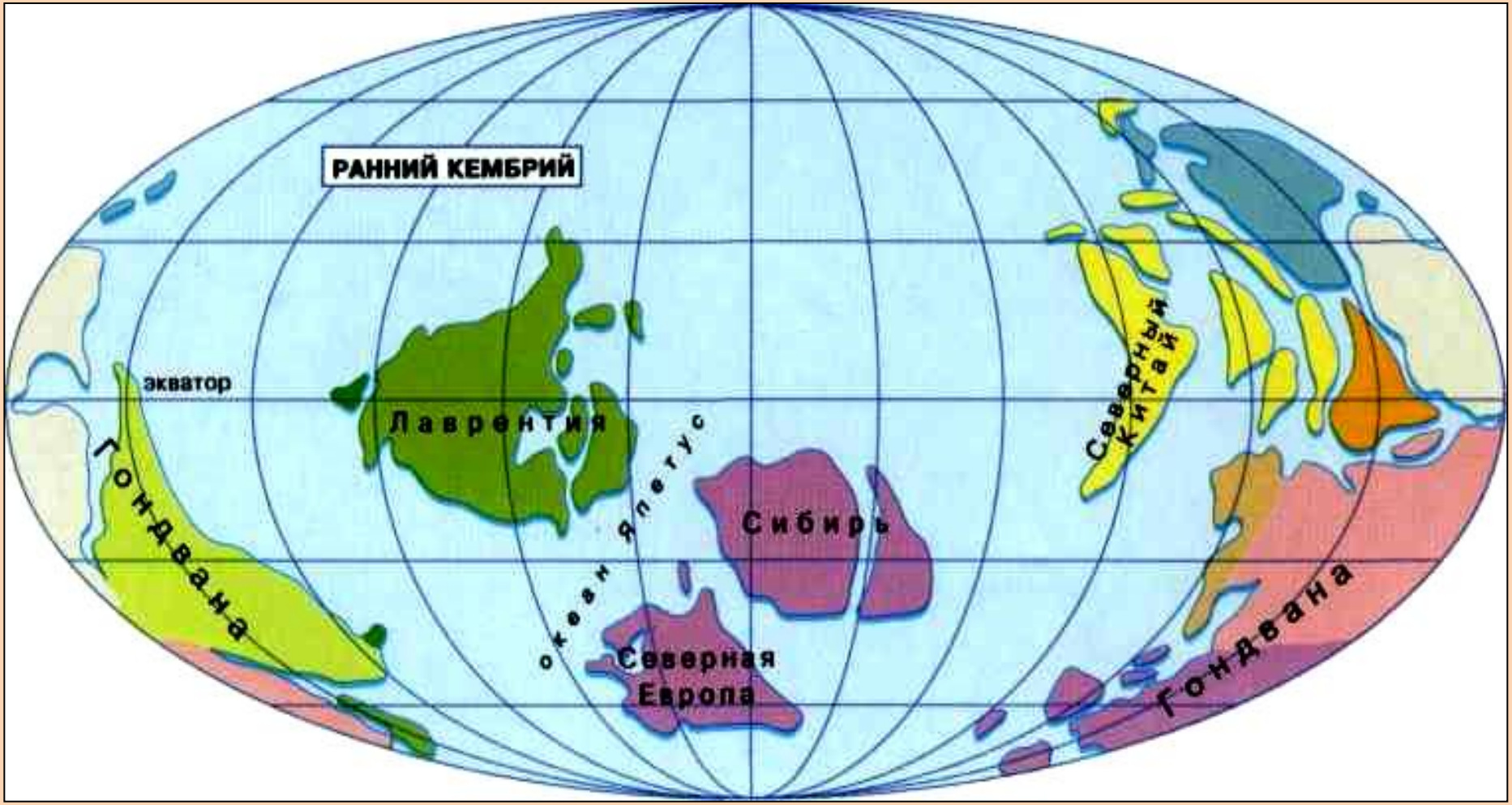
Задание

Дать характеристику некоторых групп живых **организмов докембрия** (бактерии и цианеи, строматолиты, одноклеточные, колониальные и многоклеточные (иногда, тканевого строения) водоросли, слизевики, медузы, плоские и кольчатые черви, примитивные членистоногие) и **ответить на вопрос:**

Что явилось основной причиной гибели большого числа примитивных одноклеточных организмов докембрия. Почему жизнь смогла переместиться к поверхности океана и даже проникнуть во влажные прибрежные районы суши?

Кембрий – от 570 до 500 млн. лет назад

Большая часть планеты покрыта океаном *Япетус*. Поперек экватора находится огромный материк *Гондвана*, включающий в себя части современных Африки, Южной Америки, Южной Европы, Ближнего Востока, Индии, Австралии и Антарктиды.



Кембрий

На месте нынешних Европы, Сибири, Китая и Северной Америки существуют четыре небольших материка.

Климат на Земле повсюду мягкий и теплый.

В атмосфере намного больше кислорода, чем в рифейском периоде.

Тропические побережья материков окаймлены гигантскими рифами из строматолитов.

Жизнь концентрируется в воде, в особенности, на материковых отмелях (дно отмелей покрыто илом, вода очень теплая, в ней миллионы бактерий, плавающих водорослей).

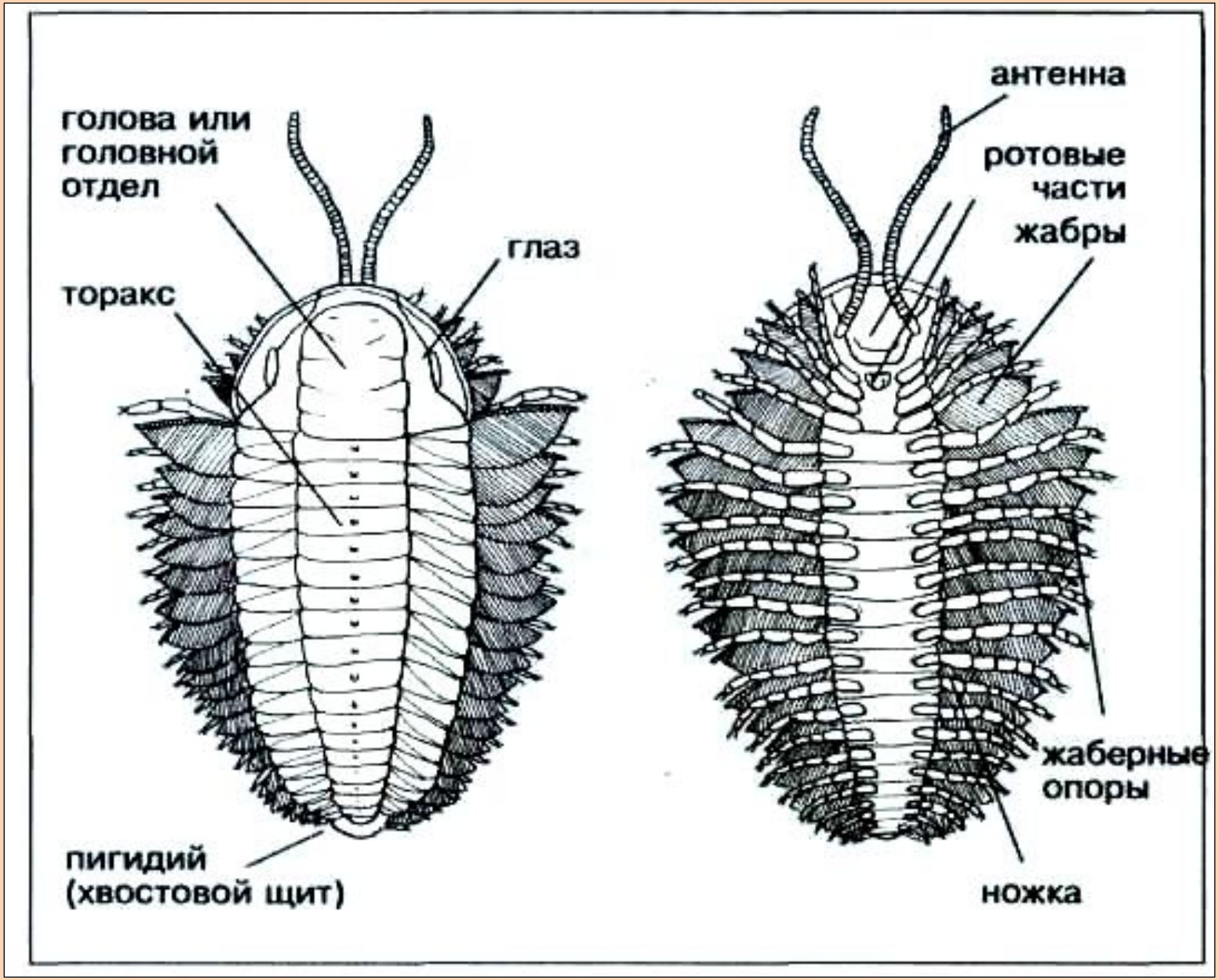
На суше нет ни растительности, ни почвенного слоя, поэтому в море смывается большое количество осадков.

Уровень моря неоднократно изменяется, что приводит к вымиранию одних и появлению других видов животных.

Велико число незанятых экологических ниш, и животный мир становится все более разнообразным.

Конец кембрия знаменуется новой ледниковой эпохой, резким понижением уровня моря и вымиранием многих видов животных.

Кембрий

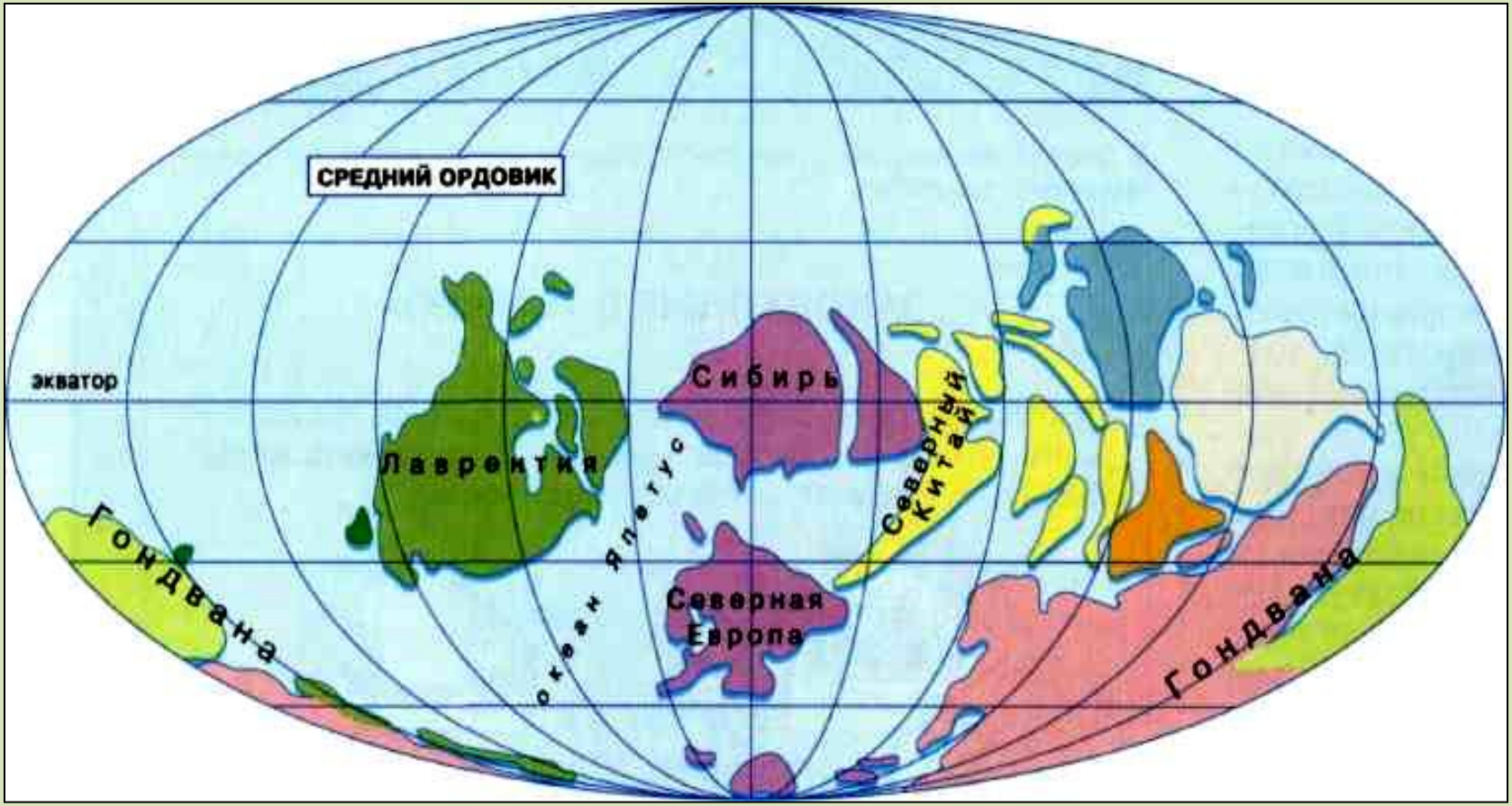

голова или
головной
отдел
глаз
торакс
пигидий
(хвостовой щит)
антенна
ротовые
части
жабры
жаберные
опоры
ножка

Задание

Дать характеристику некоторых групп живых **организмов кембрия** (археоциаты, стеклянные губки, морские перья, граптолиты, примитивные кольчатые черви, мечехвосты, трилобиты, брахиоподы, панцирные рыбы) и **объяснить выражение «кембрийский взрыв жизненных форм»**

Ордовик и силур – от 500 до 400 млн. лет назад

В начале ордовикского периода большая часть южного полушария занята великим материком *Гондвана*, остальные крупные материки сосредоточены ближе к экватору. Расширяющийся океан *Япетус* отодвигает все дальше друг от друга Северную Америку и Европу.



Ордовик и силур

Сначала этот океан достигает ширины около 2000 км, а затем сужается по мере того, как массивы суши, образующие Европу, Северную Америку и Гренландию, сближаются и сливаются в единое целое.

В течение силура Сибирь «подплывает» к Европе, Африка сталкивается с южной частью Северной Америки.

Движение материков сопровождается многочисленными землетрясениями, извержениями вулканов, образуются громадные горные хребты (Уральские горы в России, горные хребты в Норвегии и Шотландии, Аппалачские горы на востоке Северной Америки).

В начале ордовика уровень моря повышается за счет таяния древних кембрийских ледников, материки испытывают погружение.

Ордовик и силур

На рубеже ордовика и силура наступает новая эпоха оледенения, но к середине силурийского периода становится теплее, льды вновь тают, уровень моря повышается, и затапливаются обширные области суши.

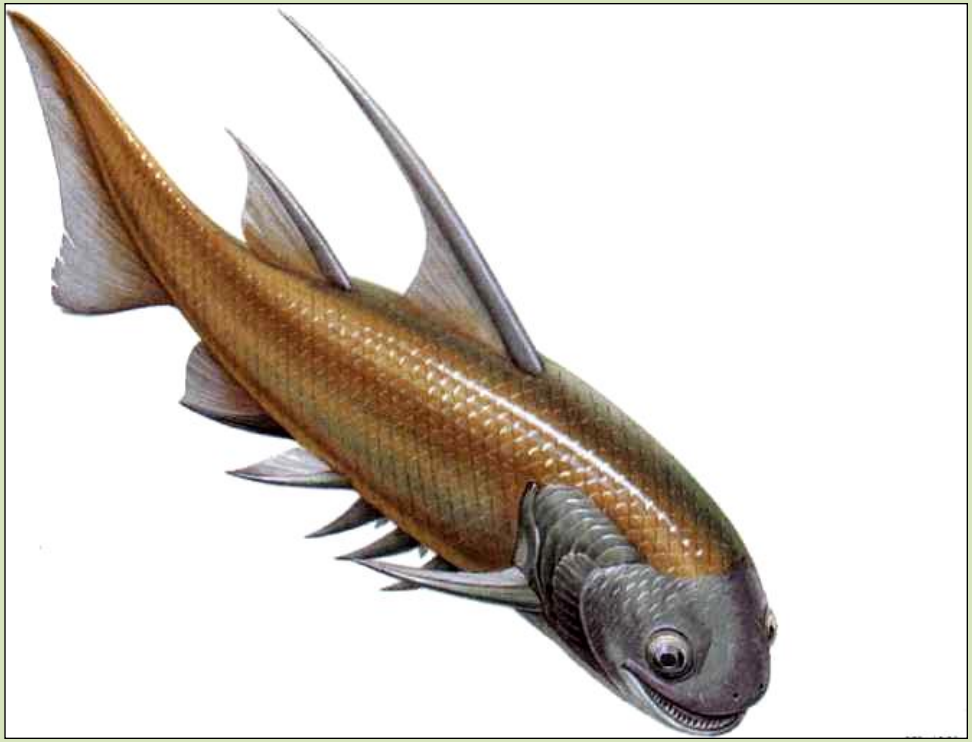
Впоследствии, из-за перемещения плит земной коры, уровень моря значительно падает и в конце силура многие области полностью освобождаются от воды.

Катастрофические изменения конфигурации суши и океанов, изменения климата приводят к массовому вымиранию многих видов животных.

Ордовик и силур

Бесчелюстная рыба – *астраспис*

Челюстная рыба – *акантод*



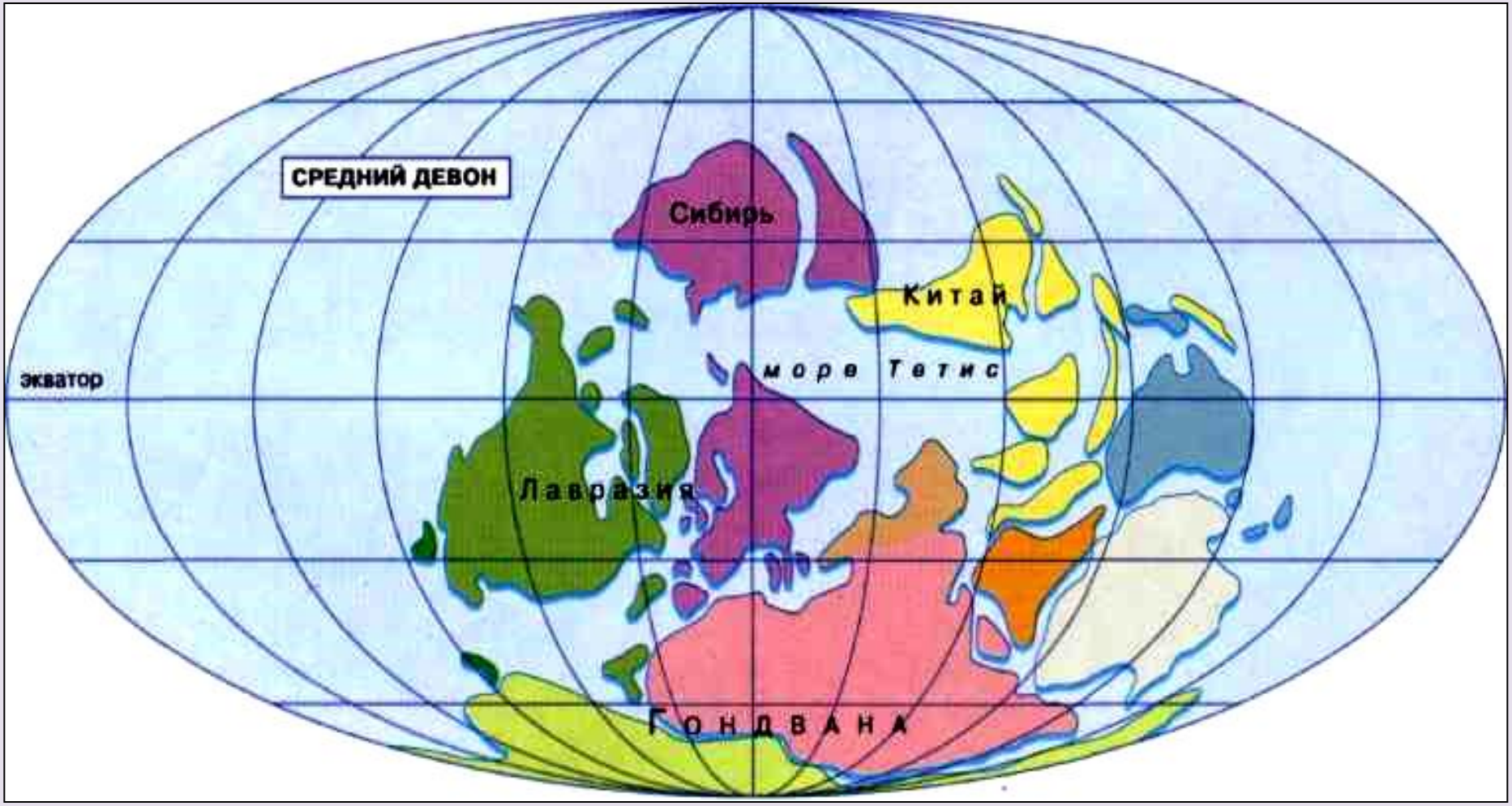
Задание

Дать характеристику некоторых групп живых **организмов ордовика и силура** (псилофиты, строматопороидеи, кораллы-рифостроители, мшанки, наутилоидеи, бесчелюстные рыбы, челюстные рыбы, первые наземные членистоногие) и **ответить на вопрос:**

Какие группы организмов достигли расцвета в силуре и какое важнейшее событие в эволюции жизни (этап арогенеза) произошло в это время?

Девон – от 400 до 350 млн. лет назад

Девонский период – время величайших катаклизмов. Европа, Северная Америка и Гренландия сталкиваются между собой, образуя огромный северный сверхматерик *Лавразию*.



Девон

При столкновении плит с океанского дна кверху выталкиваются огромные массивы осадочных пород и образуются крупнейшие горные системы на востоке Северной Америки и на западе Европы.

Реки суши выносят в моря горы осадков (в основном, гальки и песка).

На пустынных, унылых ландшафтах суши начинает распространяться живой ковер зеленой растительности.

Образуются широкие болотистые дельты, с наиболее благоприятными условиями для экспансии жизни.

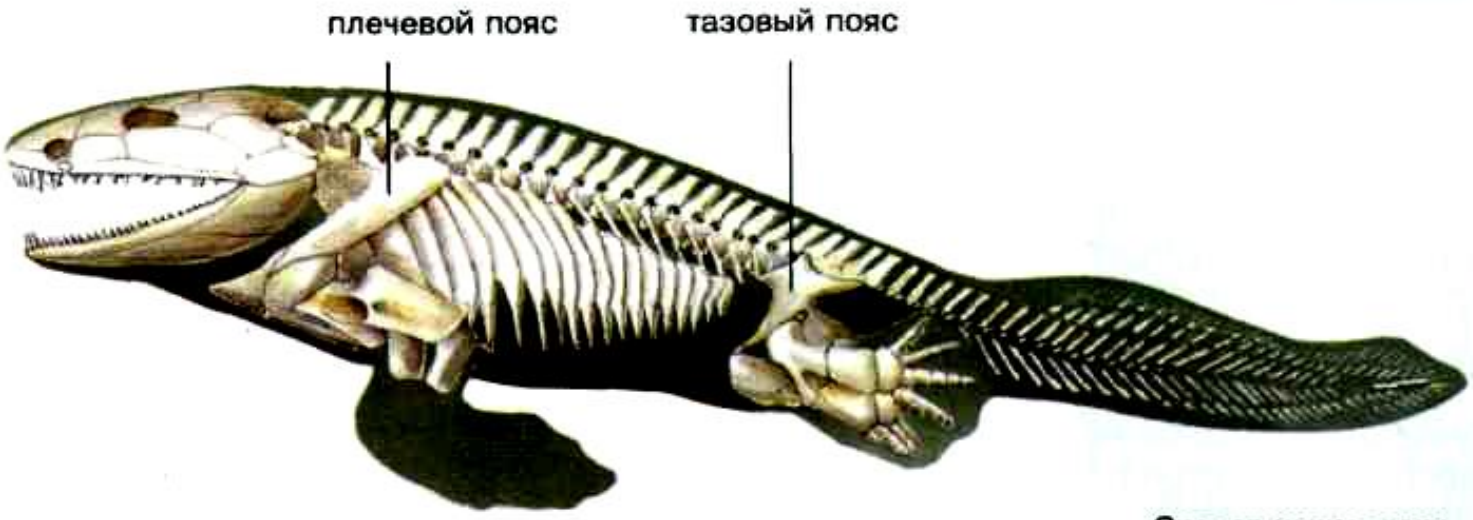
В конце девона климат вновь меняется, становится континентальным – частые и жестокие засухи чередуются с продолжительными периодами сильнейших ливней.

Уровень моря понижается, обширные области материков превращаются в пустыни.

Высыхают многие реки и пруды, на их дне погребаются миллионы рыб.

Девон

Скелет кистеперой рыбы.



Скелет *ихтиостеги*.

Задание

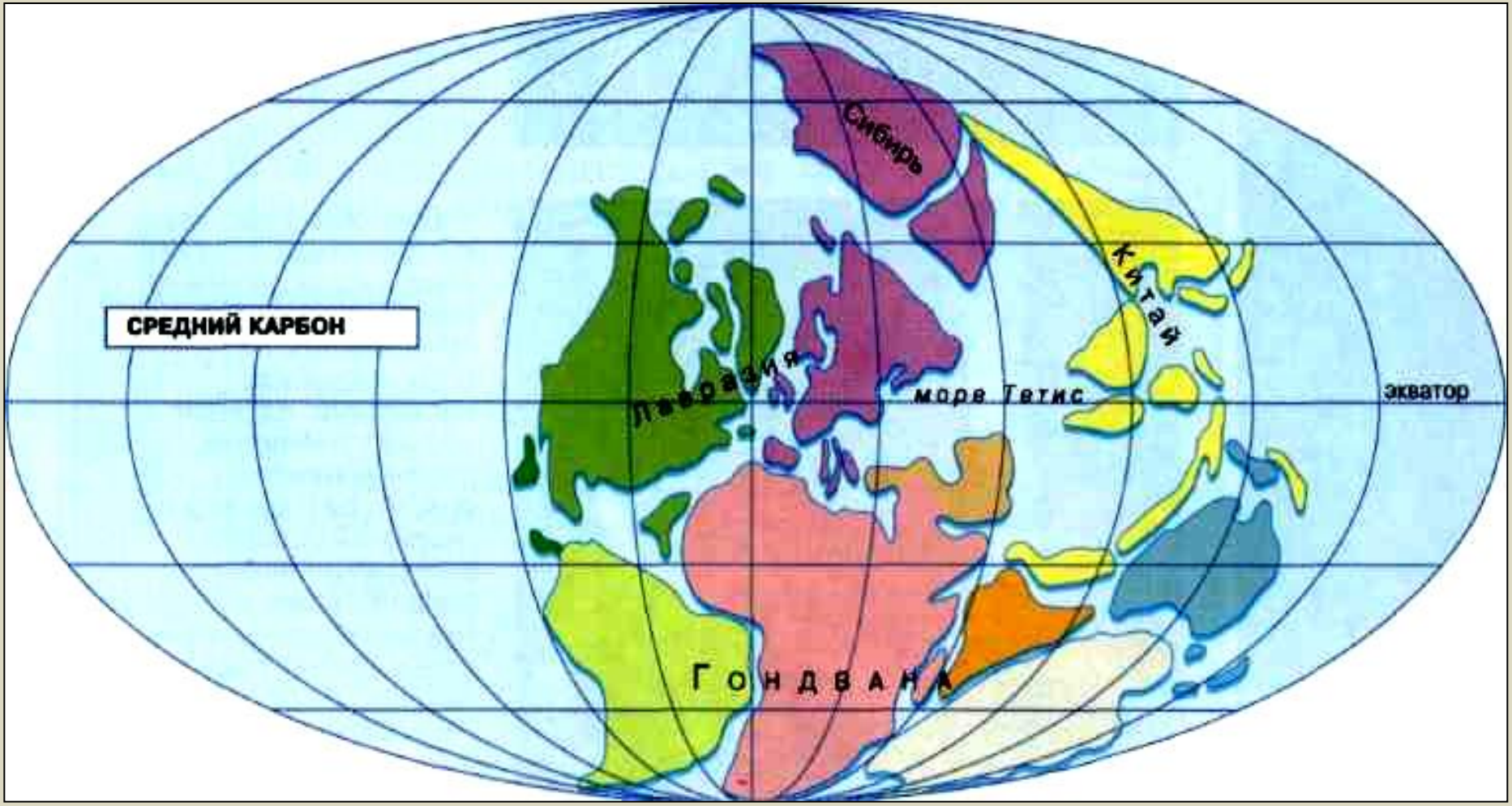
Дать характеристику некоторых групп живых **организмов девона** (риниофиты, папоротники, хвощи, плауны, семенные папоротники, насекомые, хрящевые рыбы, костные рыбы, двоякодышащие рыбы, кистеперые рыбы, ихтиостеги) и **ответить на вопросы:**

Какие новые экологические ниши появляются в девоне и кто их осваивает?

Какие животные являются предками земноводных и в чем заключаются преимущества амфибиотического образа жизни?

Карбон – от 350 до 280 млн. лет назад

В начале каменноугольного периода большая часть земной суши собрана в два сверхматерика: *Лавразию* на севере и *Гондвану* на юге.



Карбон

Климат почти тропический.

Громадные площади заняты мелководными прибрежными морями; море постоянно заливает низменные береговые равнины, образуя там обширные болота.

Распространяются девственные леса из гигантских древовидных папоротников и ранних семенных растений.

Разлагающийся мертвый растительный материал не успевает вовремя поедаться и из него формируются толстые залежи торфа.

В болотах торф быстро уходит под воду и оказывается погребенным под слоем осадков.

Со временем эти осадочные слои превращаются в угленосные толщи.

Карбон

В позднем карбоне оба сверхматерика неуклонно сближаются, их движение выталкивает кверху новые горные цепи, образующиеся по краям плит земной коры, а кромки материков затапливаются потоками лавы, извергающейся из недр Земли.

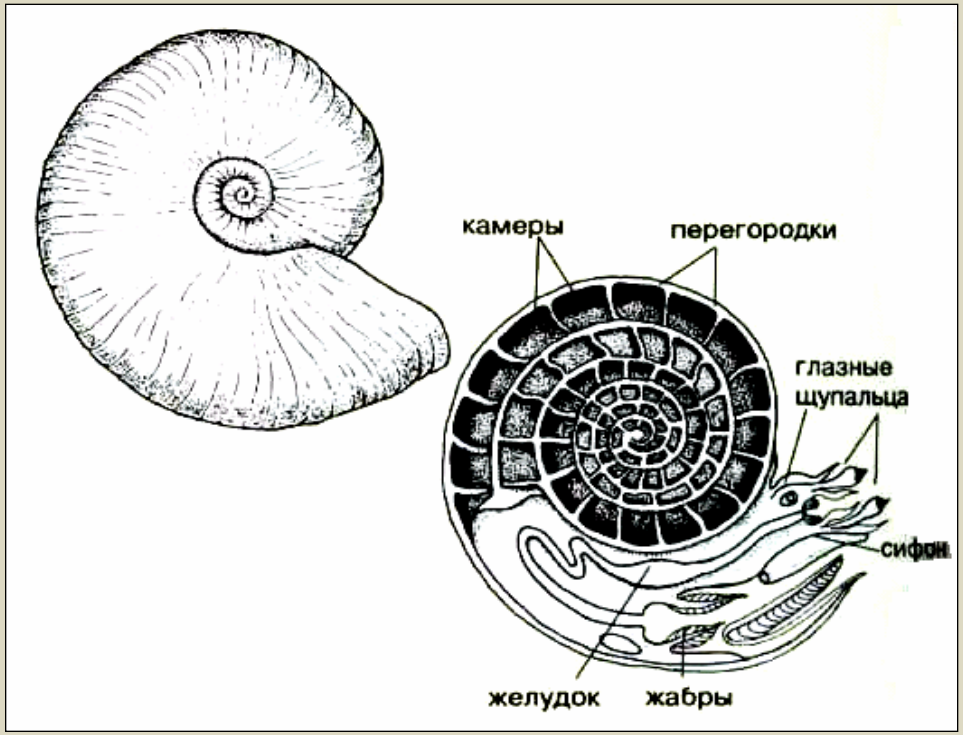
Содержание кислорода в атмосфере почти достигает современного уровня.

Климат заметно охлаждается, и пока Гондвана «переплывает» через Южный полюс, планета переживает, по меньшей мере, две эпохи оледенения.

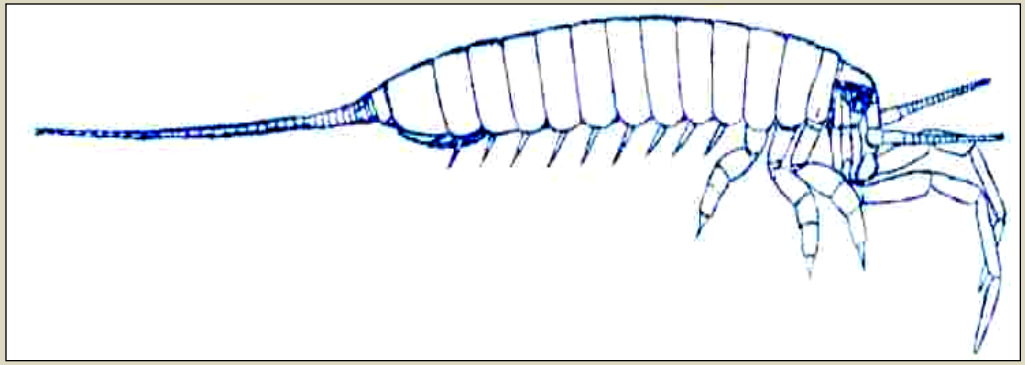
Намечается распределение растительности по климатическим зонам (зональность).

Карбон

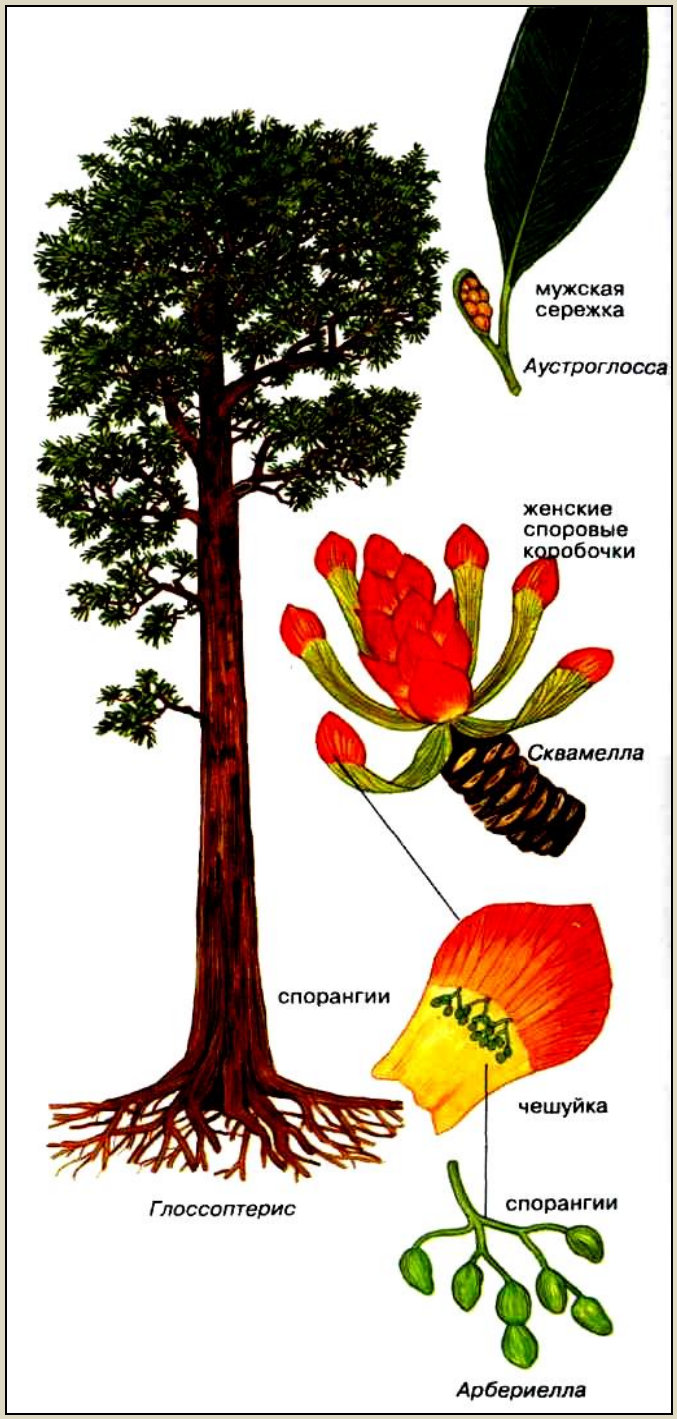
Общий план строения раковины *аммонитов*



Древнейшее насекомое – *однохвостка*



Глоссоптерис



Задание

Дать характеристику некоторых групп живых **организмов карбона** (глоссоптерисы, сигиллярии, селагинелловые, каламиты, саговниковые, аммониты, многоножки, настоящие насекомые, стегоцефалы, микрозавры, сеймурии, первоящеры) и **ответить на вопросы:**

Какие формы сохранности ископаемых растений и животных Вам известны?

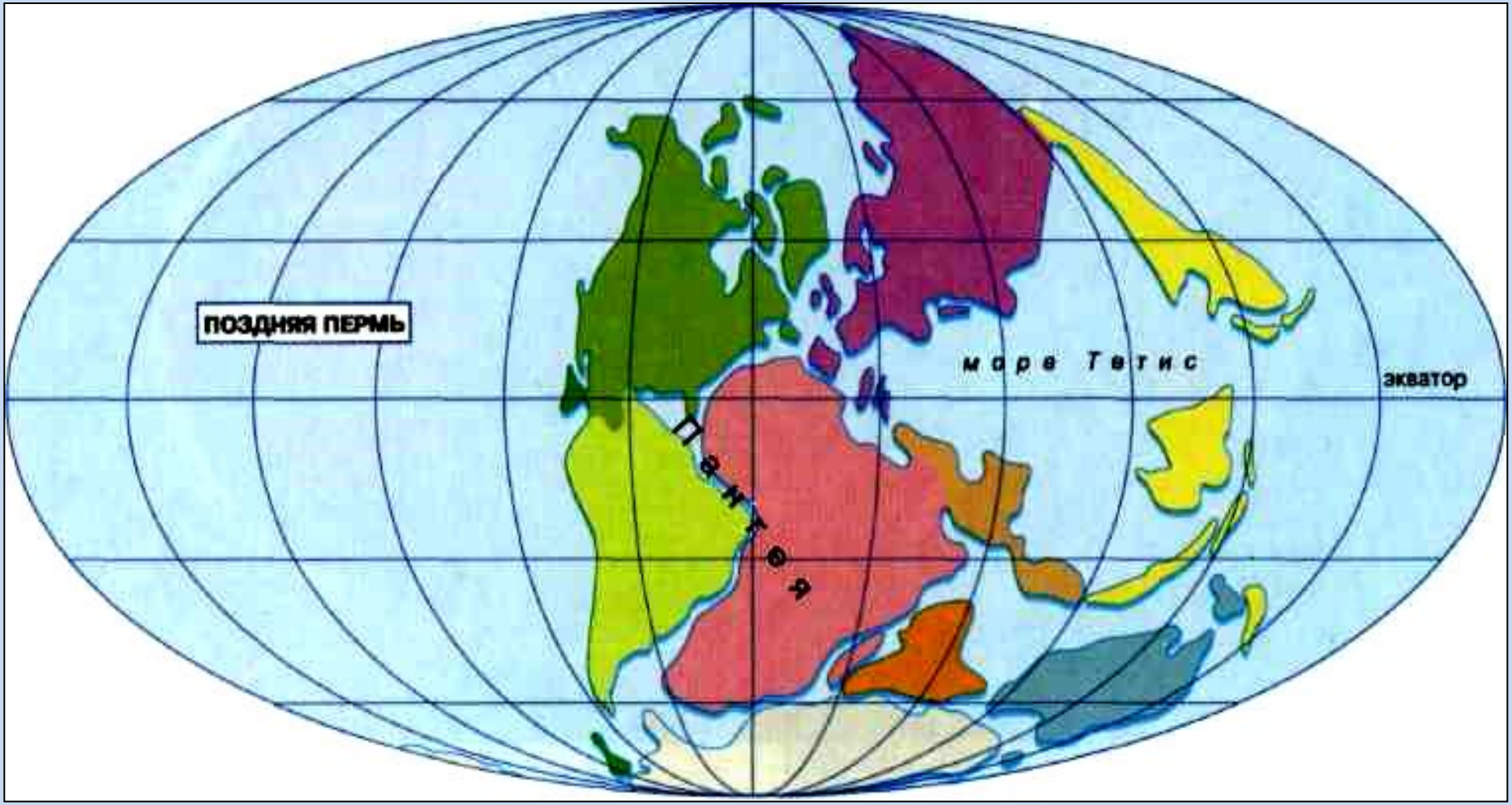
Какие животные достигают расцвета в карбоне?

В каких направлениях происходила эволюция земноводных?

Каковы причины быстрого обособления новой группы животных – рептилий?

Пермь – от 280 до 230 млн. лет назад

Гондвана и Лавразия постепенно приближаются друг к другу, очертания материков и морей меняются, что сказывается на климате Земли.



Пермь

В начале пермского периода наступает оледенение на южных материках и, соответственно, понижается уровень моря на всей планете.

Впоследствии, при продвижении Гондваны на север, суша несколько прогревается, льды тают, но наступления моря на сушу кратковременны.

В это же самое время, на значительной части территории Лавразии очень жарко, и там образуются обширные пустыни.

В конце пермского периода материки сталкиваются, образуется суперконтинент *Пангея*.

Пермь

Пространство, занимаемое морями, сильно сокращается, и многие морские бассейны превращаются либо в солоноватые лагуны, в которых откладываются природные соли, либо в пресноводные озера, где накапливаются толщи горючих органических осадков.

Возникают многочисленные климатические аномалии; вымирает огромное число видов растений и животных (на мелководьях погибает свыше 90% всех видов, из которых более половины – земноводные и значительная часть аммонитов).

Исчезают древние морщинистые кораллы, им на смену приходят современные рифообразующие кораллы.

Окончательно вымирают трилобиты и панцирные рыбы, зато широко распространяются акулы.

Пермь

Пермский ландшафт на юге Африки. Рептилия ***лиценопс (1)*** нападает на медлительное земноводное ***пелтобатрахуса (2)***, в это время ***титанозух (3)*** подкрадывается к зверообразным растительноядным рептилиям ***москопсам (4)*** и ***авлакоцефалам (5)***.

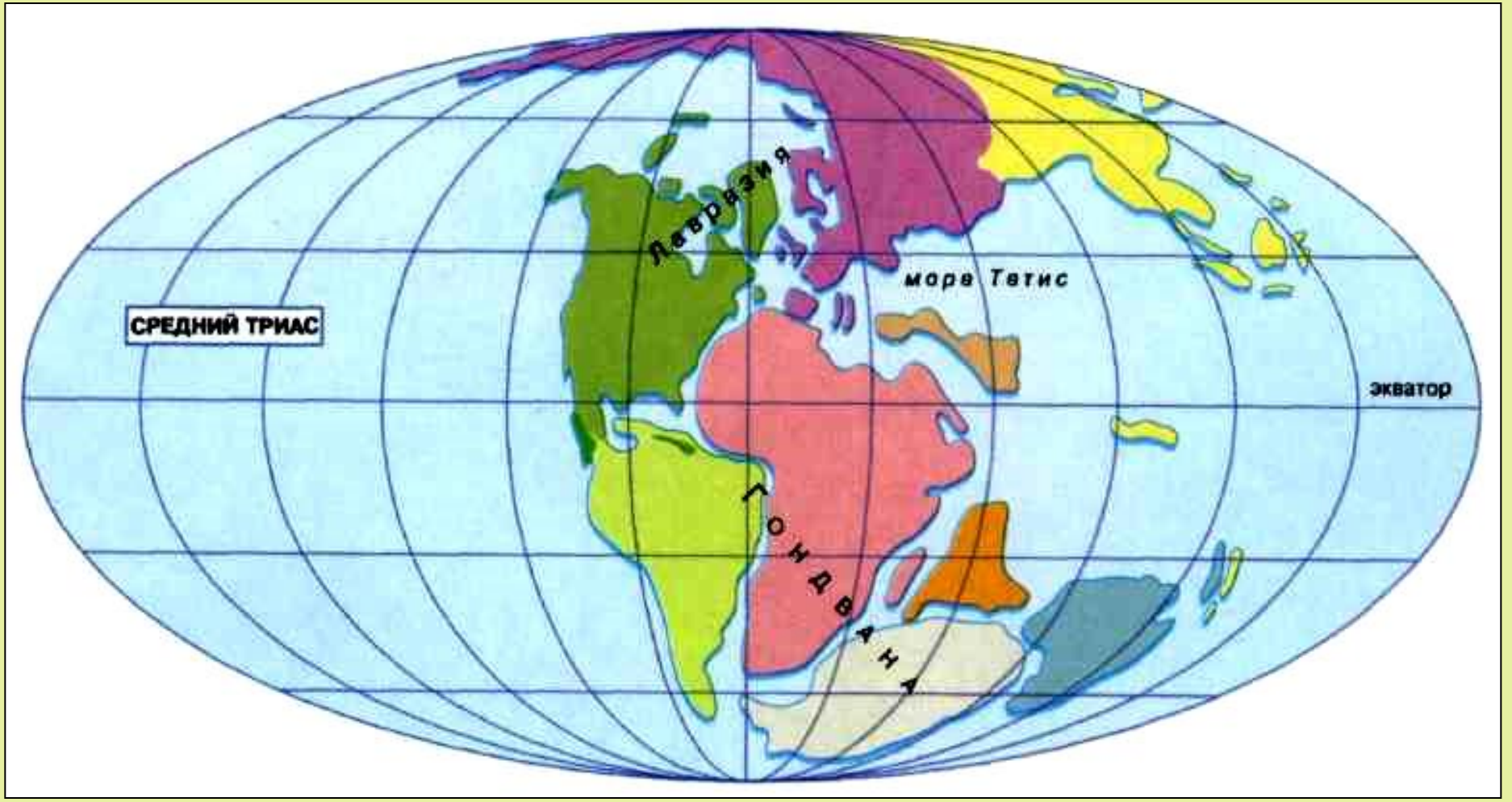
Среди ящерообразных очень нарядны ***целурозавравус (6)*** с крыловидными реберными перепонками (размах до 30 см), и ***тадеозавр (7).*** ***Клаудиозавр (8)*** – земноводная рептилия, а ***мезозавр (9)*** – настоящее водное животное

Задание

Раскрыть **основные причины вымирания** большого числа земноводных в пермском периоде и дать характеристику важнейших путей **адаптивной радиации** рептилий в связи с особенностями **образа жизни** и **спецификой питания**.

Триас – от 230 до 200 млн. лет назад

С наступлением триаса Пангея начинает постепенно раскалываться на Лавразию и Гондвану. Материки занимают большие площади; образования новых гор почти не происходит.



Триас

Климат становится теплее, и даже у полюсов и на экваторе погодные условия гораздо более сходные, чем в наши дни.

Лета и зимы в привычном для нас понимании нет, а времена года – это, фактически, только чередование влажных, обильных осадками и более сухих сезонов.

К концу триаса климат становится суше, многие мелководные моря высыхают, а оставшиеся воды становятся более солеными.

Пересыхают также озера и реки, и во внутренних областях материков образуются обширные пустыни.

В лесах преобладают ***голосеменные растения***: саговниковые, беннеттитовые, гинкговые и хвойные.

Из древних групп растительности представлены хвощи, но теперь они выглядят куда менее величественно, чем в каменноугольном или пермском периоде.

Триас

Земноводные окончательно уступают место пресмыкающимся.

В конце триаса вымирают стегоцефалы, появляются новые семейства и роды пресмыкающихся – первые ящеры, крокодилы и черепахи.

Котилозавры дают начало большой группе крупных рептилий – ***динозаврам*** («ужасным ящерам»).

Некоторые пресмыкающиеся, быстро освоив новые области материков, возвращаются в море – это живородящие ящеры – ***ихтиозавры,*** другие – ***икарозавры*** – начинают осваивать воздушную среду.

Параллельно с прогрессом пресмыкающихся возникает новый класс животных – ***млекопитающие***.

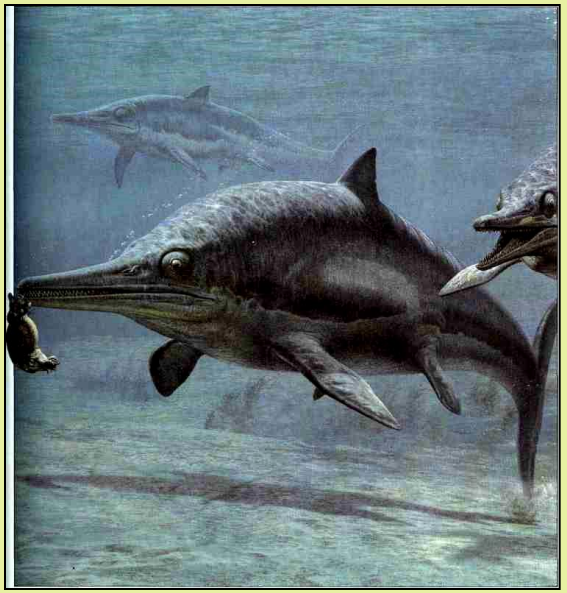
Они выглядят ничтожными и хилыми в сравнении с гигантскими динозаврами.

Триас

Гинкго-билоба

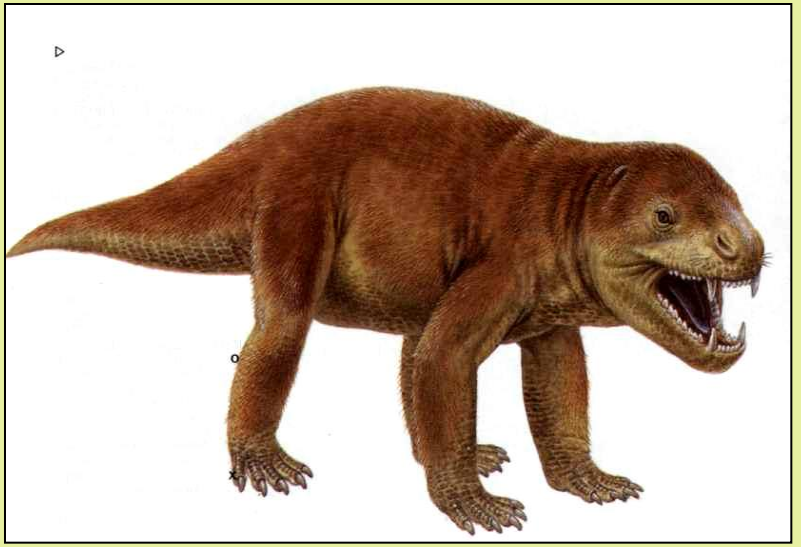
Саговник

Ихтиозавр



Гаттерия

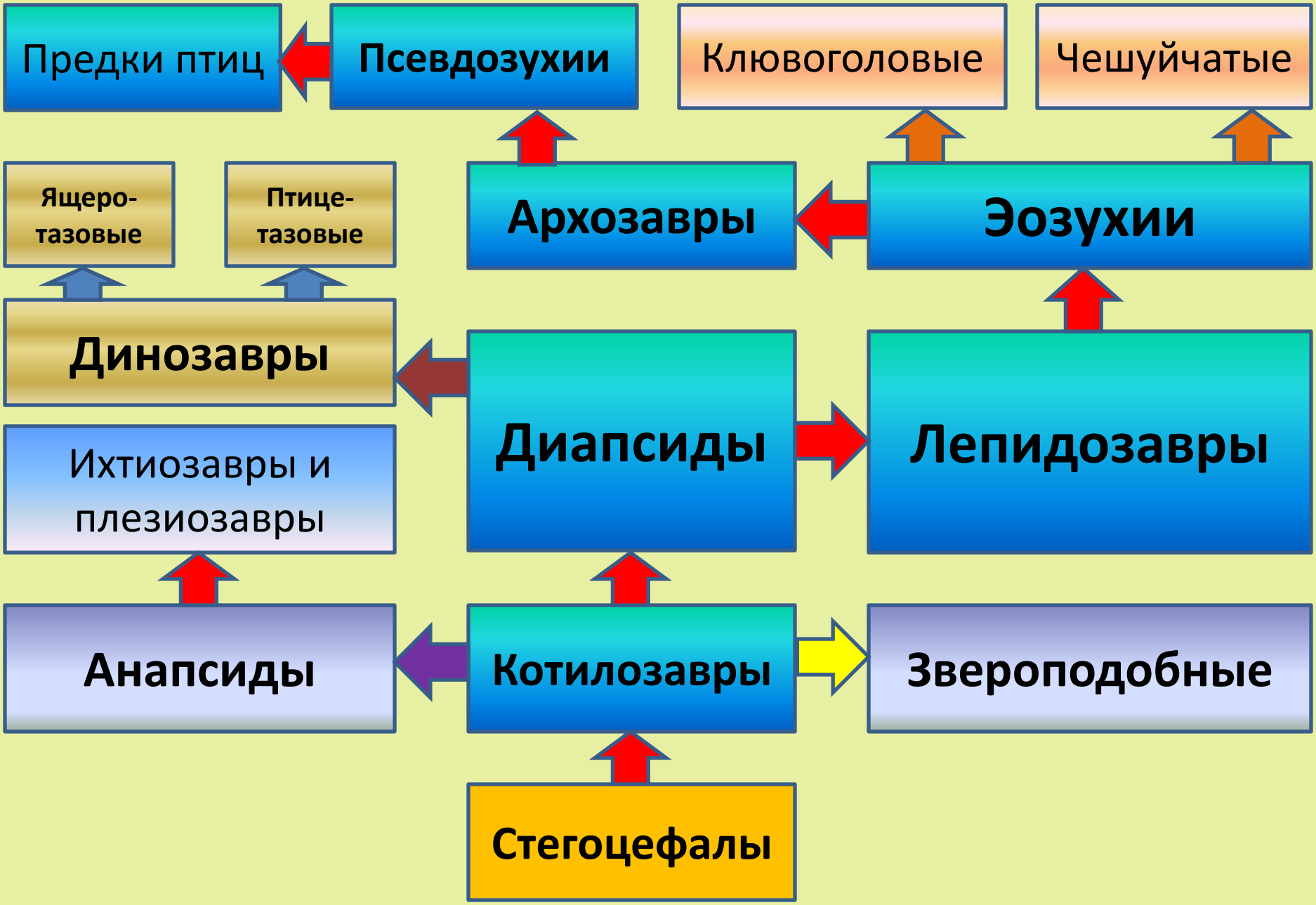
Циногнат



Задание

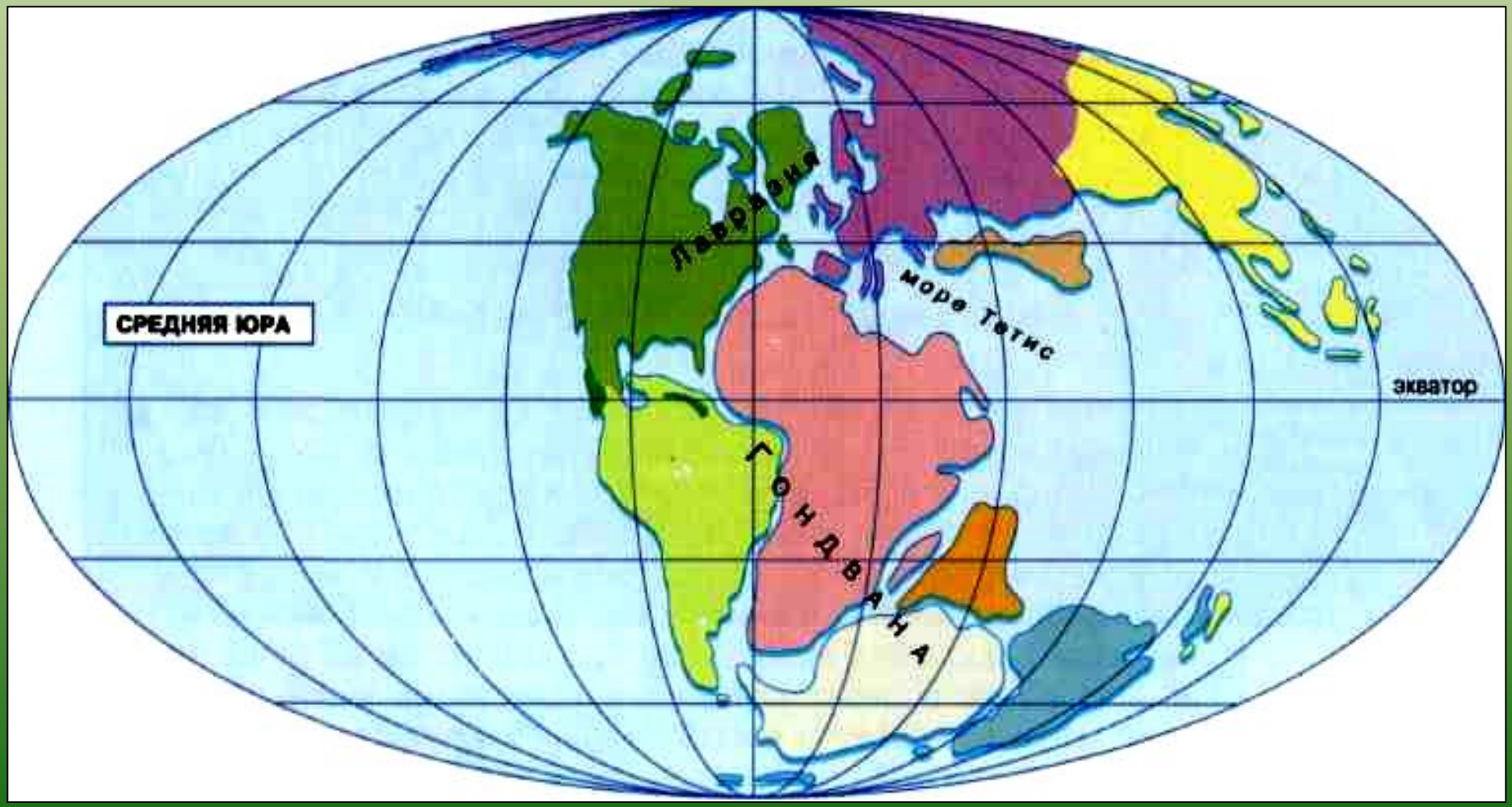
Дать краткую характеристику основных групп растений и животных триасового периода (гинкговые, беннетитовые, тисовые, котилозавры, клювоголовые рептилии, птерозавры, ихтиозавры, «собакозубые», «правящие», «клюворылые» рептилии, листозавры, текодонты, первые динозавры) и рассмотреть **пути *дивергентной* эволюции котилозавров**.

Примерная схема эволюции котилозавров



Юра – от 200 до 135 млн. лет назад

Материки продолжают расходиться, возникают новые моря и проливы, в которых находят прибежище новые типы животных и водорослей. На морском дне постепенно накапливаются свежие осадочные отложения – в них обосновываются многочисленные беспозвоночные.



Юра

В теплых и мелких морях образуются гигантские коралловые рифы, дающие приют аммонитам и ***белемнитам.***

Климат на всей Земле теплый и сухой, близкий к тропическому или субтропическому.

Затем обильные дожди пропитывают влагой древние триасовые пустыни, и пышная растительность покрывает значительную часть суши.

Густо растут хвощи и плауны, обширные территории заняты семенными, обычными и древовидными папоротниками, беннеттитовыми, саговниковыми, а также хвойными лесами, в которых помимо гинкго и араукарий растут предки современных кипарисов, сосен и мамонтовых деревьев.

Триасовые формы пресмыкающихся вымирают, и их место занимают новые роды ящеров.

Господствуют *динозавры* – большая группа исключительно наземных рептилий.

Юра

Некоторые семейства пресмыкающихся продолжают переходить к водному образу жизни – животный мир моря обогащается новыми видами плавающих ящеров.

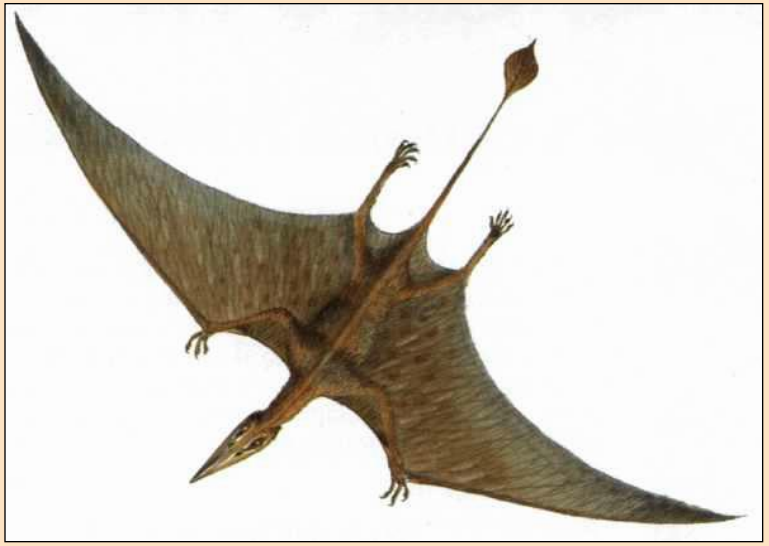
Наряду с ними в водах океана обитают крупные ***черепахи*** и, впоследствии вымершие, ***морские крокодилы***.

Рептилии не ограничиваются покорением морей и все более активно устремляются в воздух: появляются настоящие летающие ящеры – ***птеродактили*** и ***рамфоринхусы***.

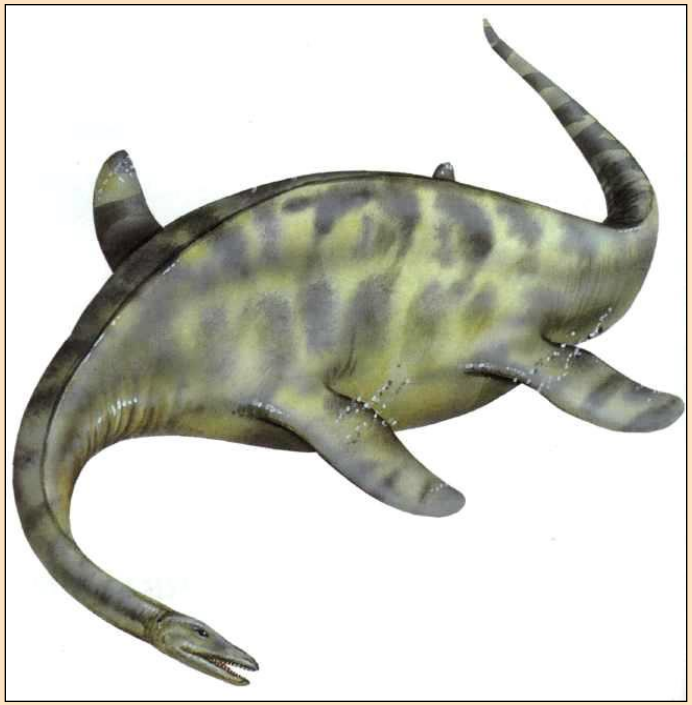
И, наконец, самое крупное биологическое событие юрского периода: в воздух поднимаются первые птицы – ***археоптерикс*** и ***археорнис***.

В конце юрского периода происходит сильное горообразование, образуются хребты, опоясывающие чашу Тихого океана.

Юра



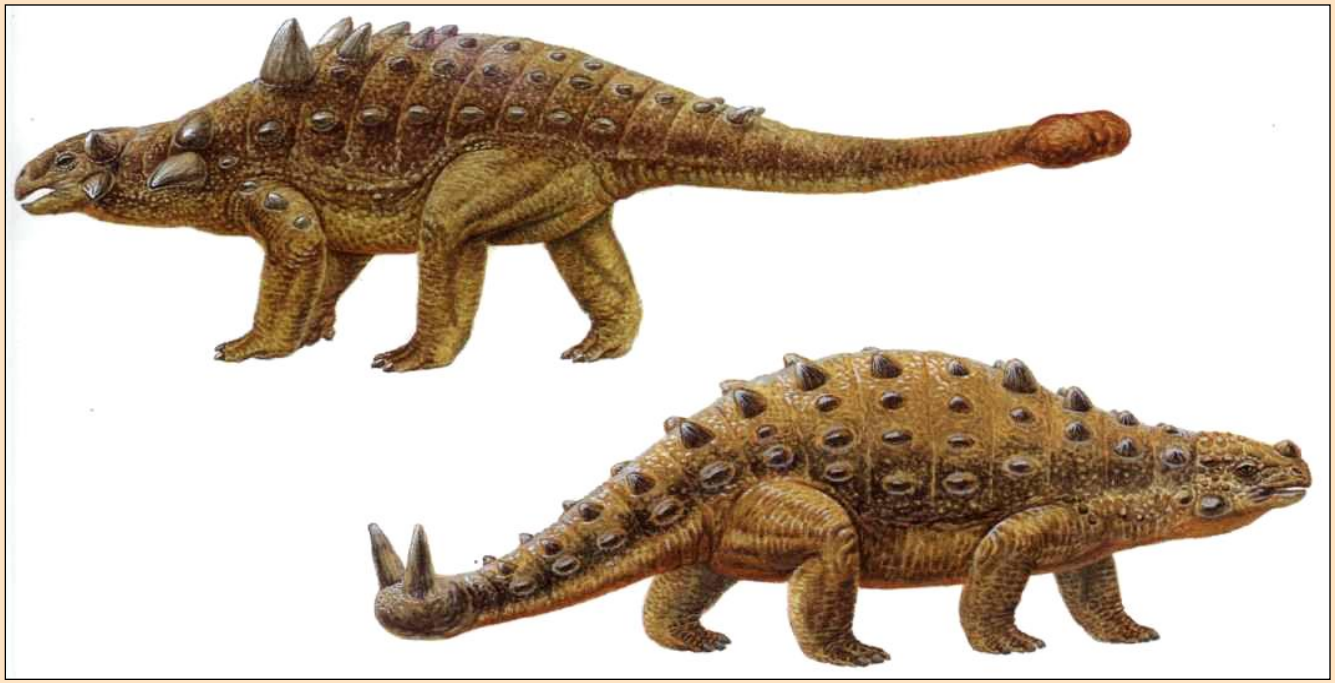
Плезиозавр



Птерозавр

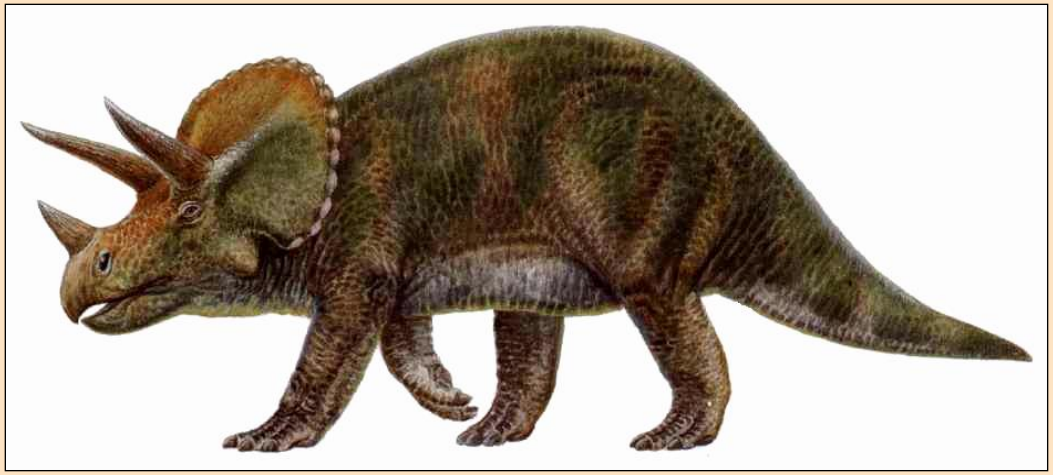
Эвоплоцефал

Сколозавр

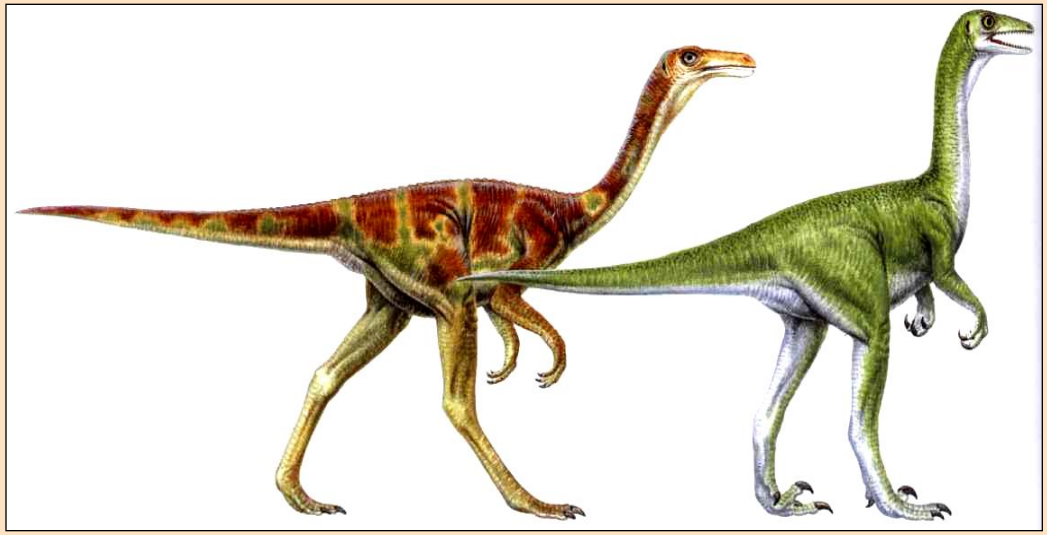


Юра

Трицератопс



Галлимим и *стенонихозавр*



Археоптерикс

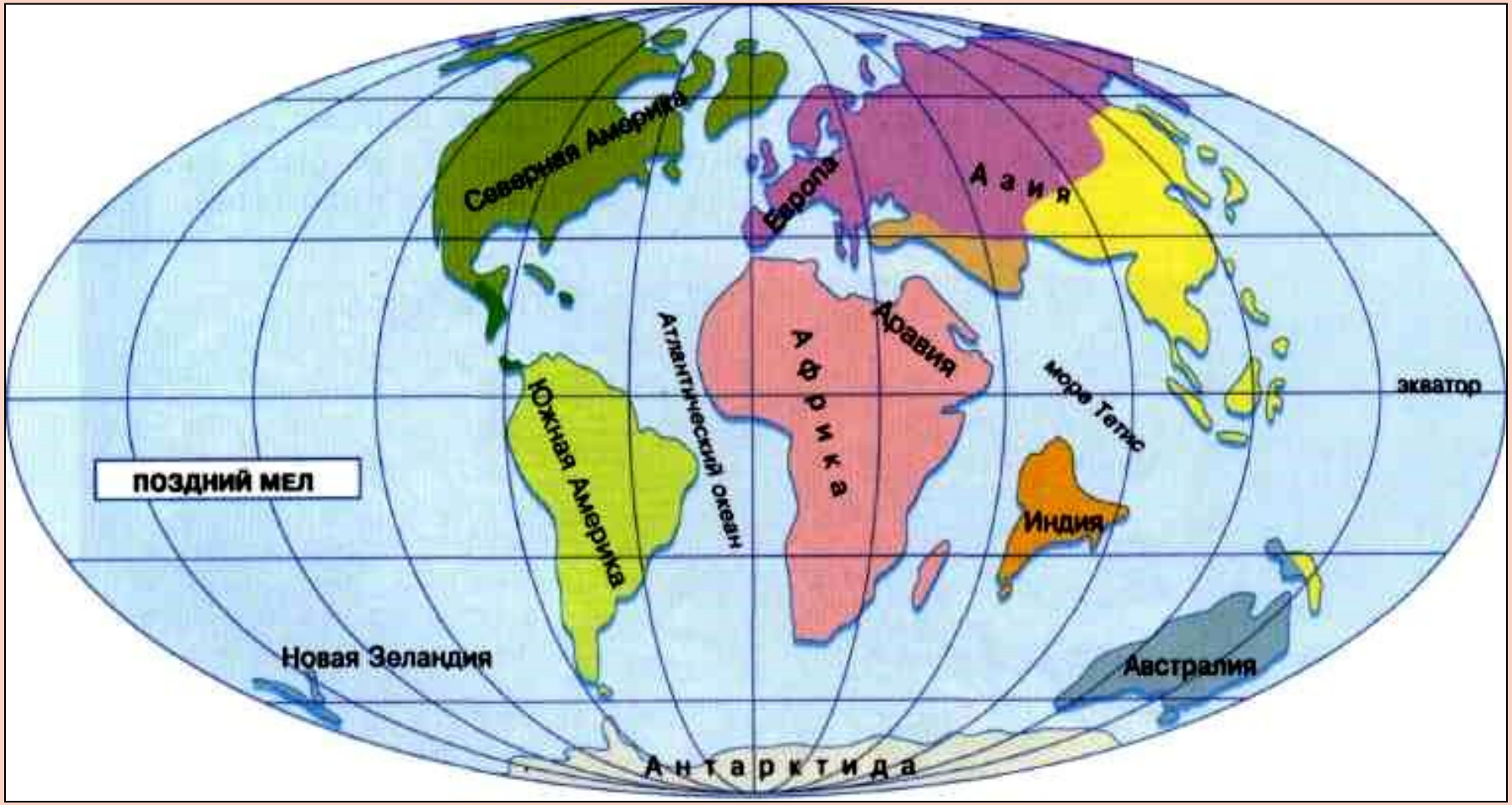
Задание

Дать краткую характеристику основных групп растений и животных юрского периода (белемниты, плезиозавры, зауроподы, мегалозавры, трицератопсы, гадрозавры) и **ответить на вопрос:**

Почему археоптерикса большинство ученых считают переходной формой от рептилий к птицам?

Мел – от 135 до 65 млн. лет назад

Громадные массивы суши, образовывавшие Лавразию и Гондвану, постепенно распадаются на части. Южная Америка и Африка удаляются друг от друга, Атлантический океан становится шире. В разные стороны расходятся также Африка, Индия и Австралия.



Мел

Колоссальные силы, скрытые в недрах Земли, продолжают формировать рельеф ее поверхности – растут горы, изменяются границы материков.

Климат на всей Земле почти тропический с периодическими обильными дождями.

Обновляется животный мир моря.

Появляются разнообразные группы моллюсков, в том числе ***двустворчатые*** и ***брюхоногие*** типа улиток.

Огромные аммониты теперь встречаются реже, но очень много белемнитов.

На мелководье, вблизи побережья, появляются новые виды ***хищных ракообразных*** (мелкие креветки, крабы и омары).

Дальше от берегов, в открытом море начинаются владения быстроходных хищных рептилий.

Мел

Среди них многочисленны гигантские черепахи ***архелоны*** (до 4 м в длину), морские крокодилы, некоторые виды юрских плезиозавров и ихтиозавров.

Но рядом с ними на арену борьбы выходят новые водные змееподобные ящеры – ***мозазавры*** и ***долихозавры***, охотящиеся на рыб.

На суше, в болотистых местах появляются ***настоящие змеи***.

Динозавры представлены множеством форм.

Среди них есть хищники и травоядные, передвигающиеся на четырех ногах, а также приспособленные к двуногому движению.

Процветают летающие ящеры; гигантские ***птеранодонты*** достигают в размахе крыльев 8 м.

Мел

Бурно идет эволюция птиц, и в конце мела появляются сухопутные и водные, умеющие летать и бескрылые, зубатые и беззубые птицы.

Только млекопитающие продолжают оставаться небольшими слабыми животными. Они по-прежнему скромно ютятся на Земле, населенной могучими ящерами и птицами.

В позднем мелу широко распространяются ***цветковые растения***, которые быстро вытесняют представителей древней флоры.

В позднемеловых отложениях встречаются такие растения как дуб, береза, бук, ива, лавр, платан, магнолия. В самом конце мела аммоноидеи, динозавры, летающие ящеры, морские крокодилы и зубатые птицы начинают вымирать.

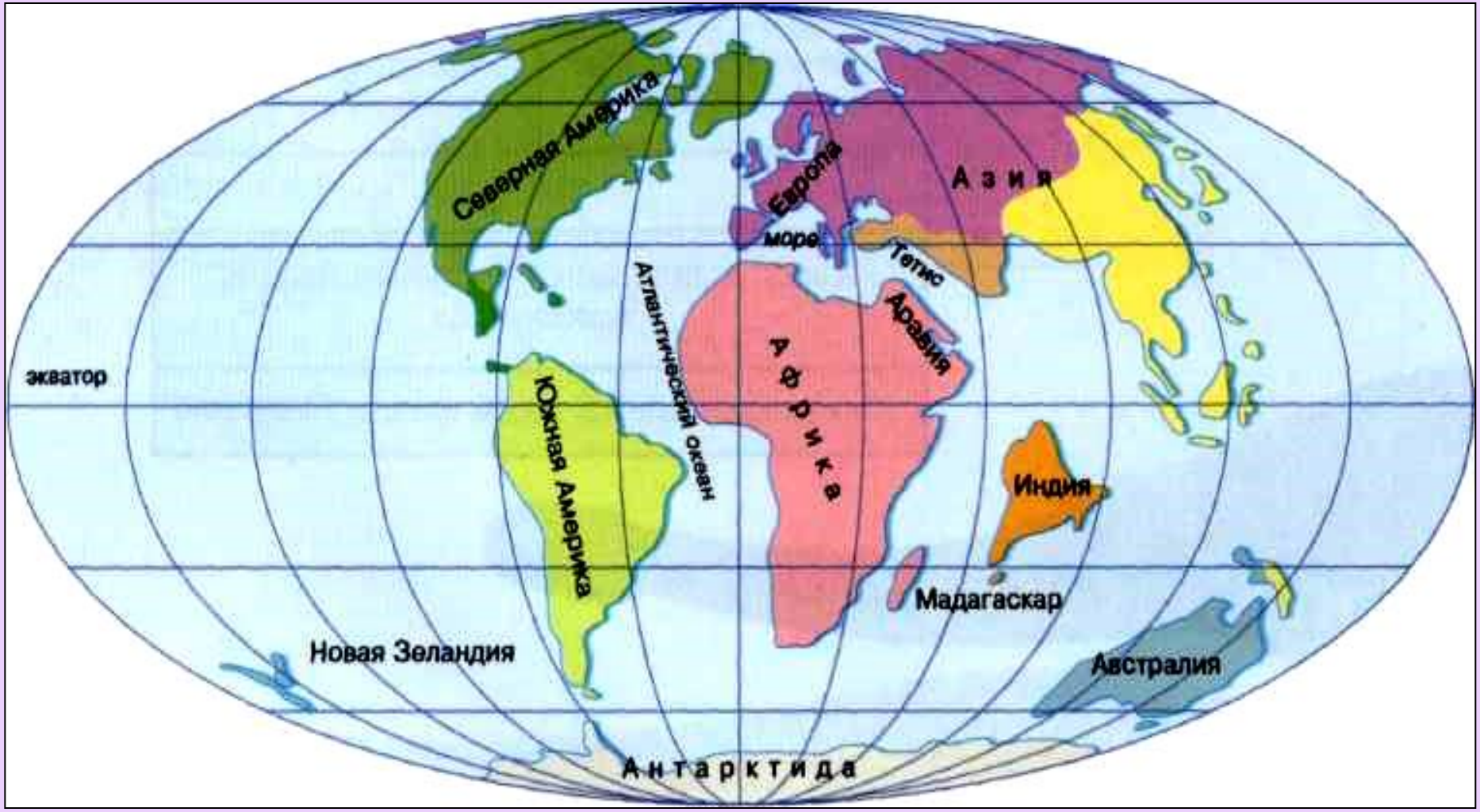
Задания

Ответить на вопросы:

В чем заключаются основные преимущества цветковых растений перед голосеменными и споровыми растениями?

Первые млекопитающие появились еще в позднем триасе. Их предками были палеозойские рептилии териодонты, которые существовали со второй половины пермского до середины юрского периода и обладали некоторыми чертами строения амфибий (кожные железы, слабое ороговение эпидермиса кожи, отсутствие или слабое развитие роговых чешуй). **Почему, на Ваш взгляд, млекопитающие не могли иметь в качестве своего предка более прогрессивных представителей рептилий, например, динозавров?**

Палеоген. Палеоцен – от 65 до 55 млн. лет назад



Палеоген. Палеоцен

Материки находятся в активном движении.

Южная Америка оказывается полностью отрезанной от остального мира и превращается в своеобразный плавучий «ковчег» с уникальной фауной ранних млекопитающих.

Африка, Индия и Австралия еще дальше отодвигаются друг от друга.

Австралия находится вблизи Антарктиды.

Уровень моря понижается, и во многих районах Земли возникают новые участки суши.

Климат несколько холоднее, чем в меловом периоде, но несравненно жарче, чем в наши дни.

В европейской части нашей страны растут магнолии и пальмы, на севере Америки – инжир и бананы, на островах Северного Ледовитого океана – виноград и кипарисы.

Задание

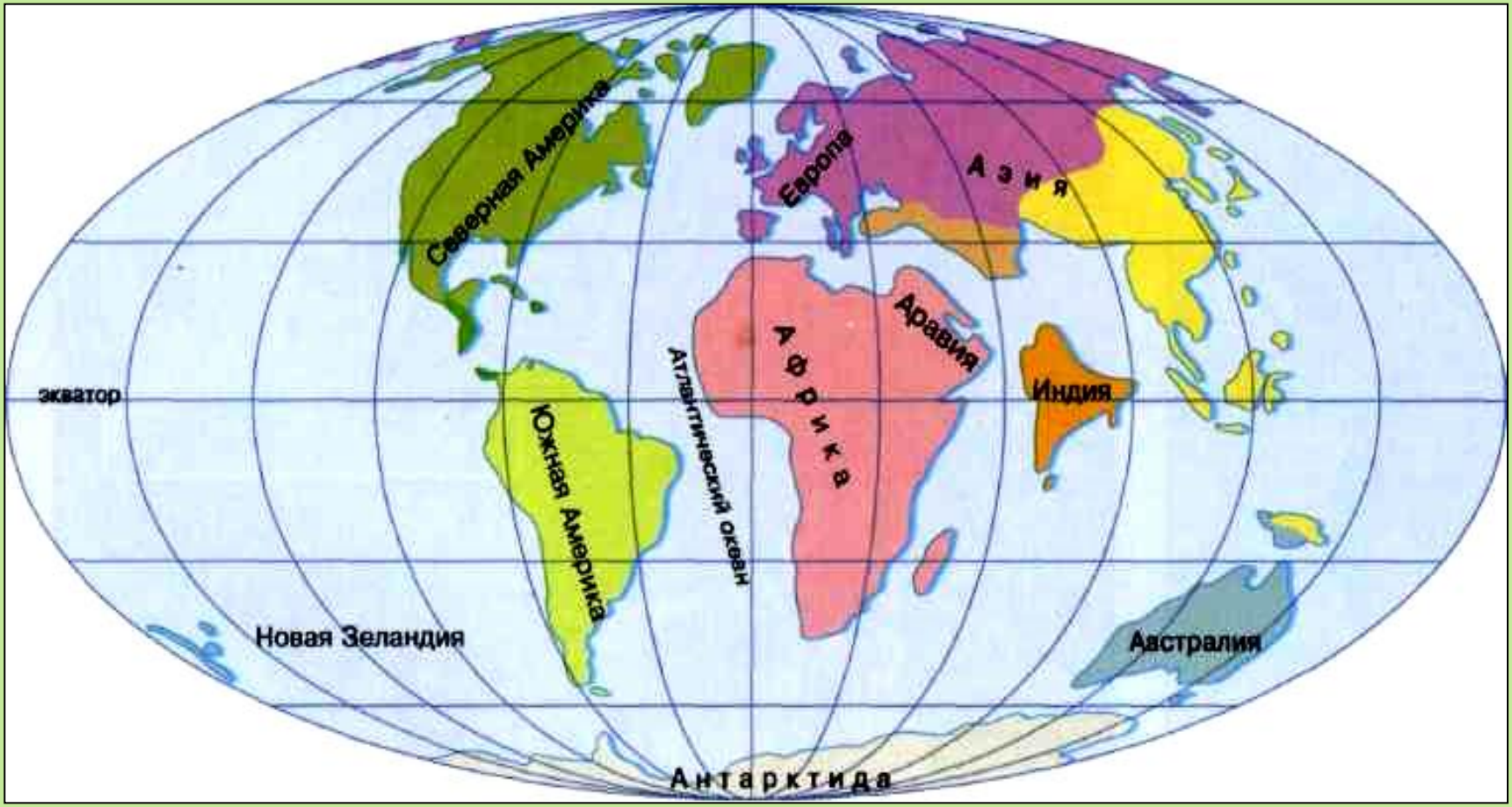
Ответить на вопрос:

Какие группы млекопитающих стали занимать освободившиеся после великого вымирания динозавров экологические ниши?

Какой образ жизни стал для них возможен?

Палеоген. Эоцен – от 55 до 38 млн. лет назад

Основные массивы суши перемещаются и принимают положение, близкое к тому, которое они занимают в наши дни. Индия перемещается ближе к Азии, Австралия «потихоньку» отплывает от Антарктиды.



Палеоген. Эоцен

Климат повсеместно теплый или умеренный.

Море изобилует различными видами планктона, в глубинах вод появляются новые виды моллюсков и ракообразных.

Кругом множество костистых рыб любых форм и размеров, но в реках и озерах по всему Земному шару появляется много новых видов ***пресноводных рыб***.

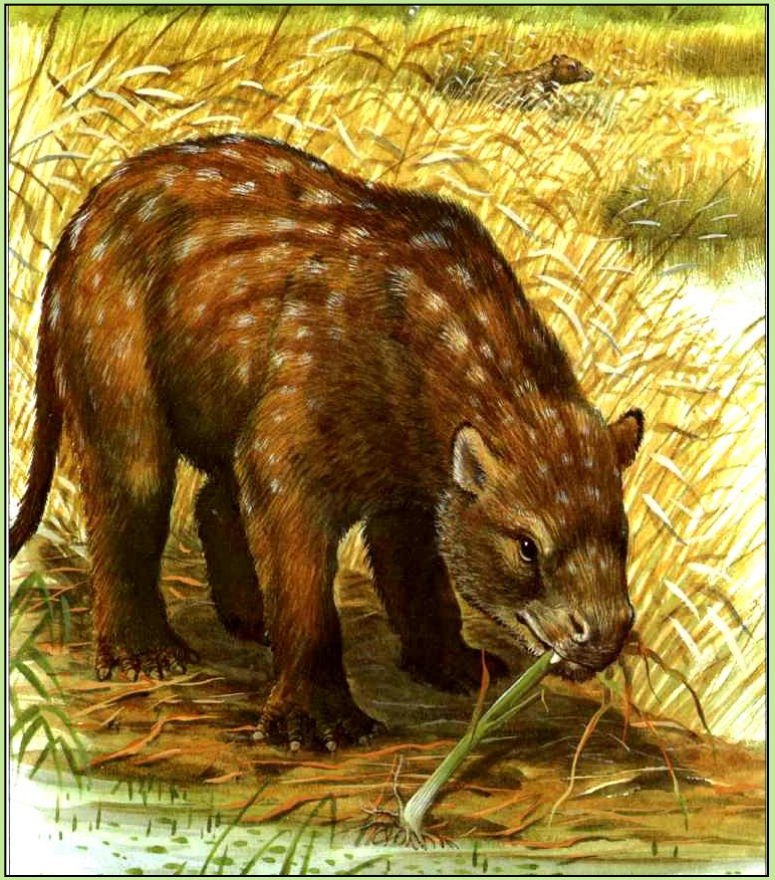
Эоценовая эпоха считается временем начала расцвета млекопитающих, некоторые из которых завоевывают водную среду.

Быстроногие растительноядные ***кондилиартры*** дают начало лошадям, коровам, свиньям, тапирам, носорогам и оленям.

Грызуны прекрасно себя чувствуют повсюду, а на деревьях отдыхают предшественники нынешних лемуров, долгопятов и полуобезьян голаго.

Появляются новые виды птиц (скворцы, пингвины) и широко распространяются утки, цапли, пеликаны и чайки.

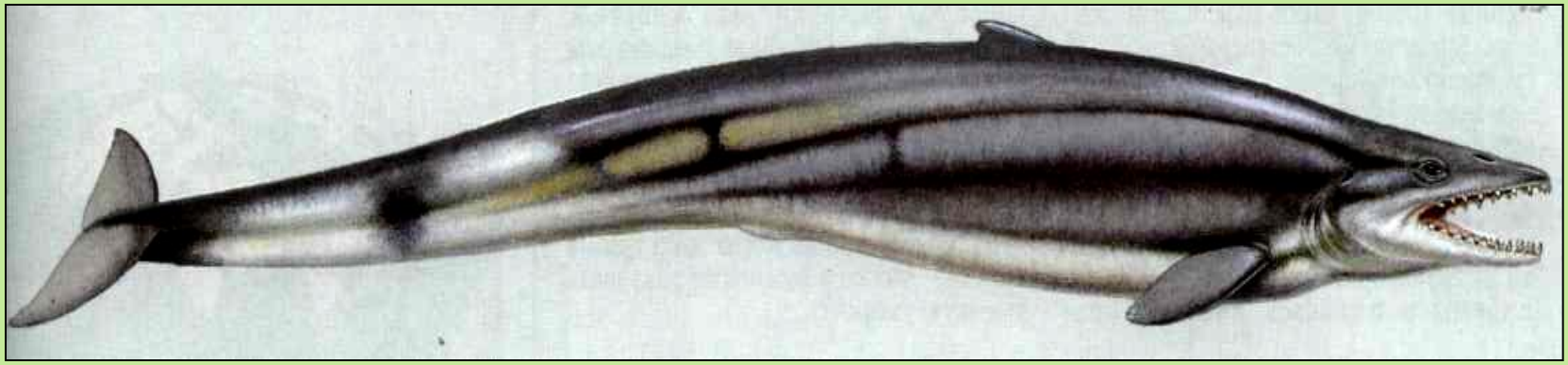
Палеоген. Эоцен



Один из древнейших *амблиподов* – *пантолямбда* – был величиной с овцу, с массивными ногами, короткими ступнями и большими клыками.

Возможно, своими повадками эти животные походили на бегемотов – они подолгу барахтались в речном иле и выбирались на сушу лишь для того, чтобы перекусить

Первобытный хищный кит *эвглодон* имел длину 20 м



Задания

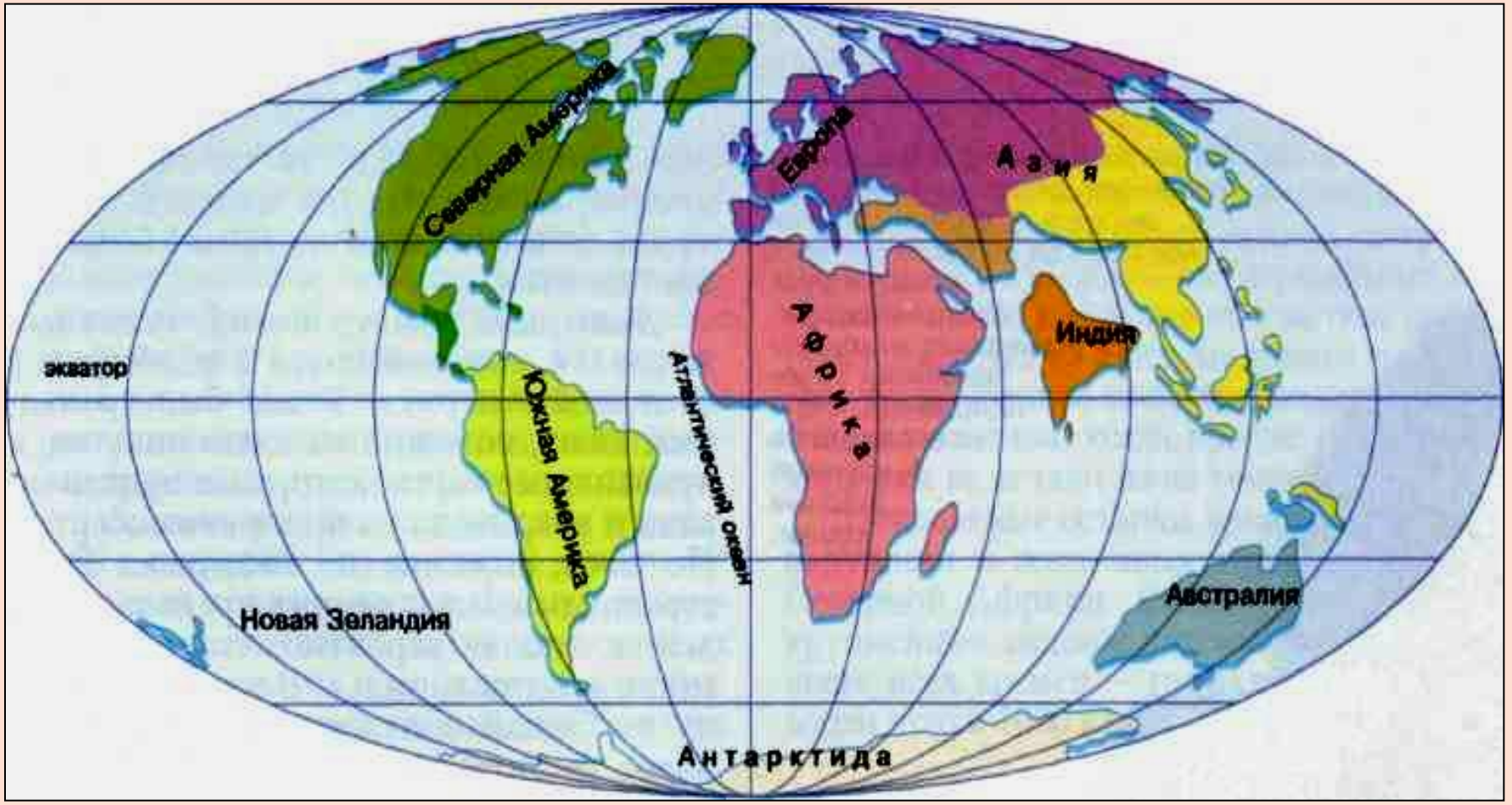
Дать характеристику основных групп необычных птиц и млекопитающих эоцена (диатримы, кондиляртры, креодонты, амблиподы, хищные морские киты) и **ответить на вопрос-задачу:**

Известно, что первые сумчатые животные обитали в Северной Америке с середины и до конца мелового периода. В эоцене они распространились по всем материкам, за исключением Африки и Азии.

Исходя из гипотезы дрейфа материков, а также используя данные по климатическим условиям на Земле объясните, как могло произойти их расселение в Южную Америку и Австралию?

Палеоген. Олигоцен – от 38 до 25 млн. лет назад

Индия пересекает экватор и движется ближе к Азии. Австралия и Антарктида утрачивают все «мосты» в результате чего Австралия «уносит с собой» своеобразный мир сумчатых млекопитающих.



Палеоген. Олигоцен

Климат на Земле становится прохладнее и над Южным полюсом формируется громадный ледниковый покров.

Для образования столь большого количества льда требуется значительный объем морской воды, поэтому уровень океана на всей планете падает, и освобождаются новые участки суши.

Во многих районах исчезают тропические леса, а на их месте возникают леса умеренного климата.

Все более обширные территории суши занимают ***степи*** – это способствует быстрому увеличению числа видов ***травоядных*** животных.

В свою очередь эти травоядные животные обеспечивают питанием новых хищников, и к концу олигоцена появляются первые ***настоящие кошки*** и ***собаки***.

Бурно эволюционируют в условиях полной изоляции млекопитающие Южной Америки – здесь появляются ***предки неполнозубых*** – ленивцев, броненосцев, муравьедов, а биологическая эволюция во многих случаях приводит к возникновению конвергентного сходства обитателей Южной Америки с животными других материков.

Задание

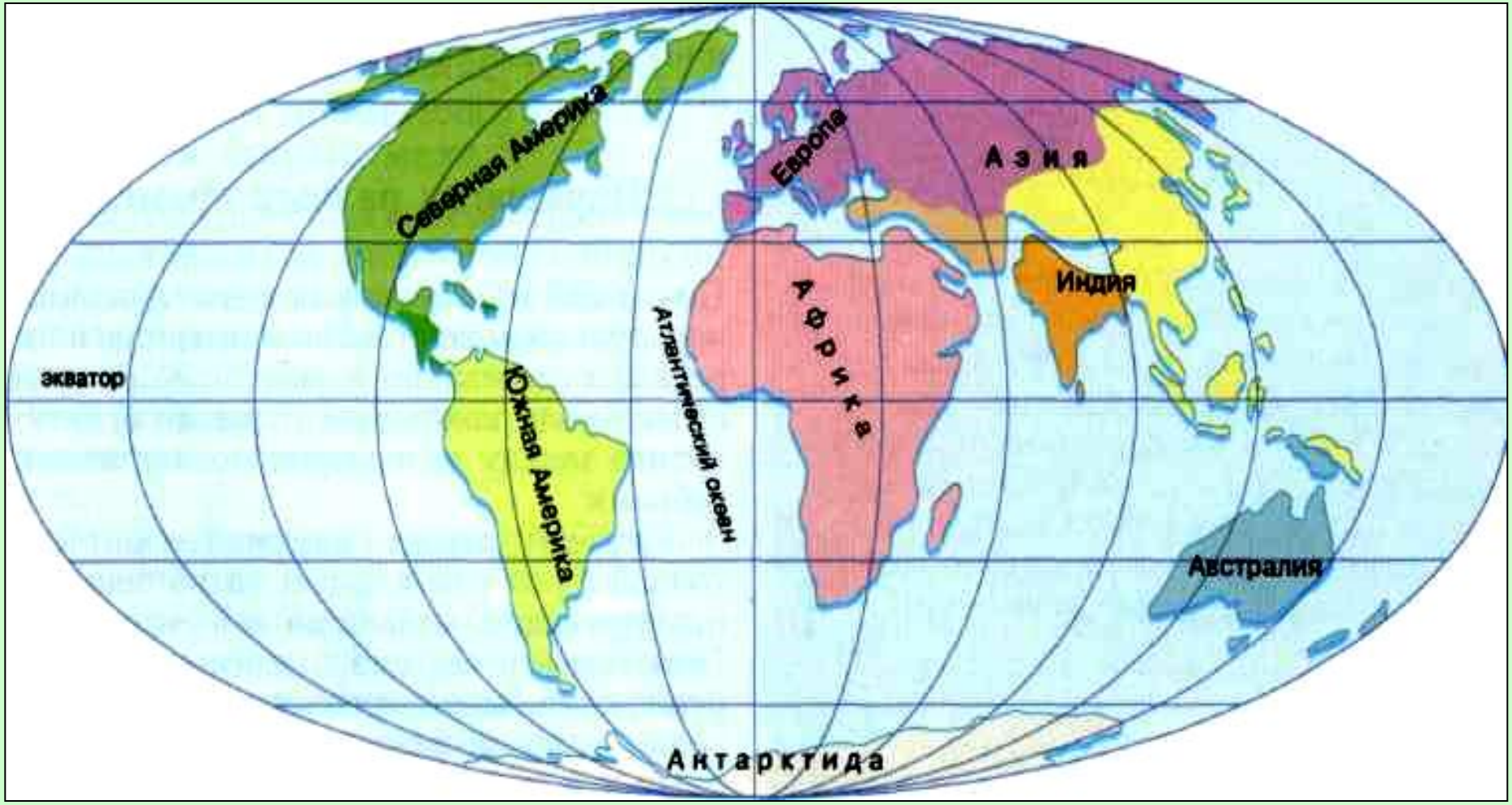
Ответить на вопрос-задачу:

Уникальность трав состоит, в частности, в том, что новые листья растут у них не на верхушке стебля, а у его основания.

Исходя из этой их биологической особенности объясните, почему в ходе эволюции оказалось возможным появление большого числа видов травоядных животных степей и саванн (а, значит, и их хищников) с высокой численностью популяций?

Неоген. Миоцен – от 25 по 5 млн. лет назад

В течение миоцена Африка подходит близко к Евразии и задевает ее – образуются Альпы; в то же самое время Индия сталкивается с Азией и в результате этого мощнейшего удара появляются Гималаи.



Неоген. Миоцен

Поскольку и другие гигантские плиты на Земле продолжают смещаться и наползают друг на друга, в Северной Америке формируются Скалистые горы, а в Южной Америке – Анды. Южная Америка – все еще полностью изолирована от остального мира.

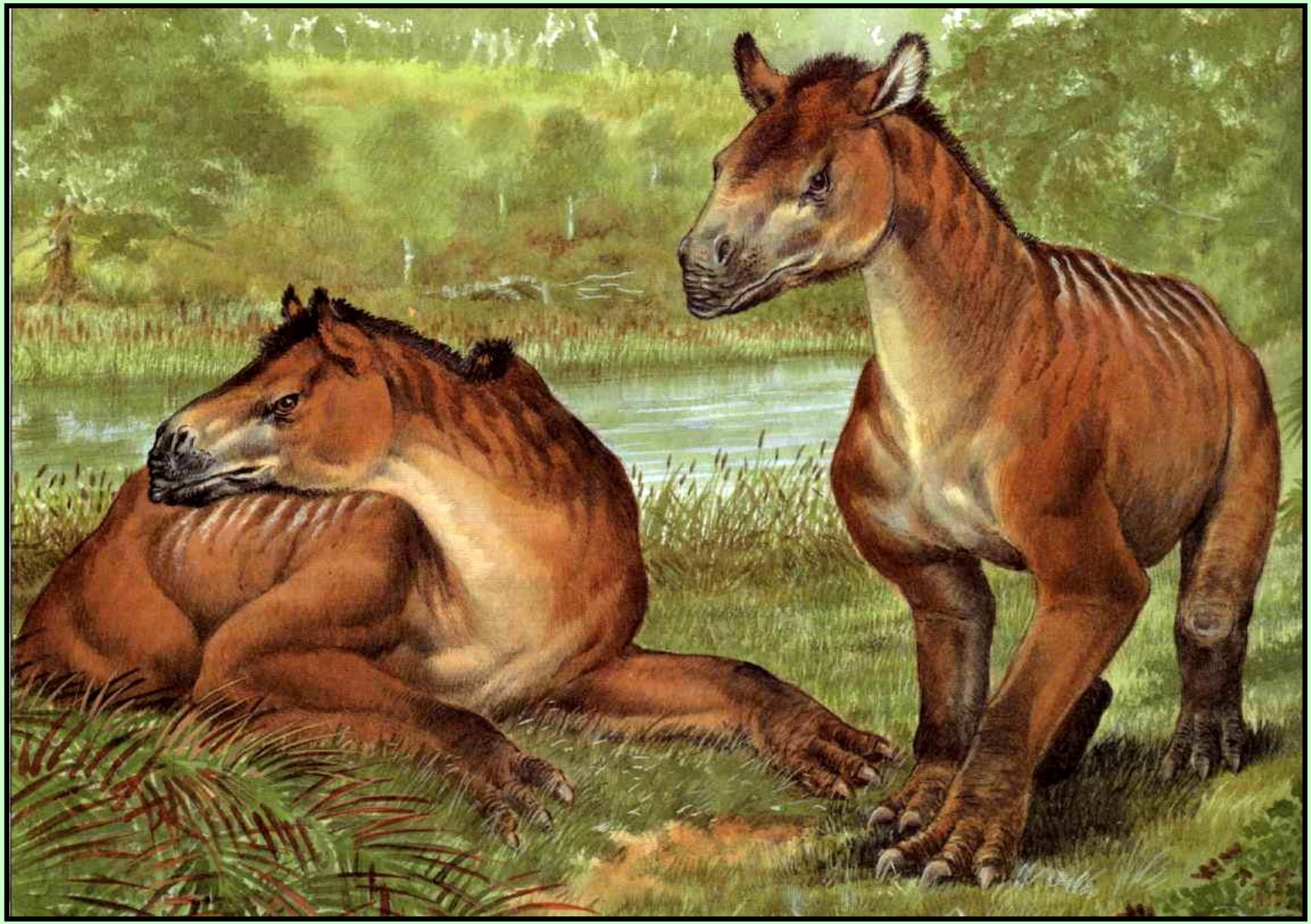
Ледниковый покров распространяется на всю Антарктиду, мировой климат становится более прохладным.

Увеличиваются площади, занятые степями.

Стремительно идет эволюция млекопитающих – процветают хоботные и копытные, грызуны, медведи, гигантские тигры, гиены, собаки, появляются ***высокоразвитые*** (в том числе и человекообразные) ***обезьяны***.

Неоген. Миоцен

Халикотерии – самые необычные млекопитающие миоцена



Задание

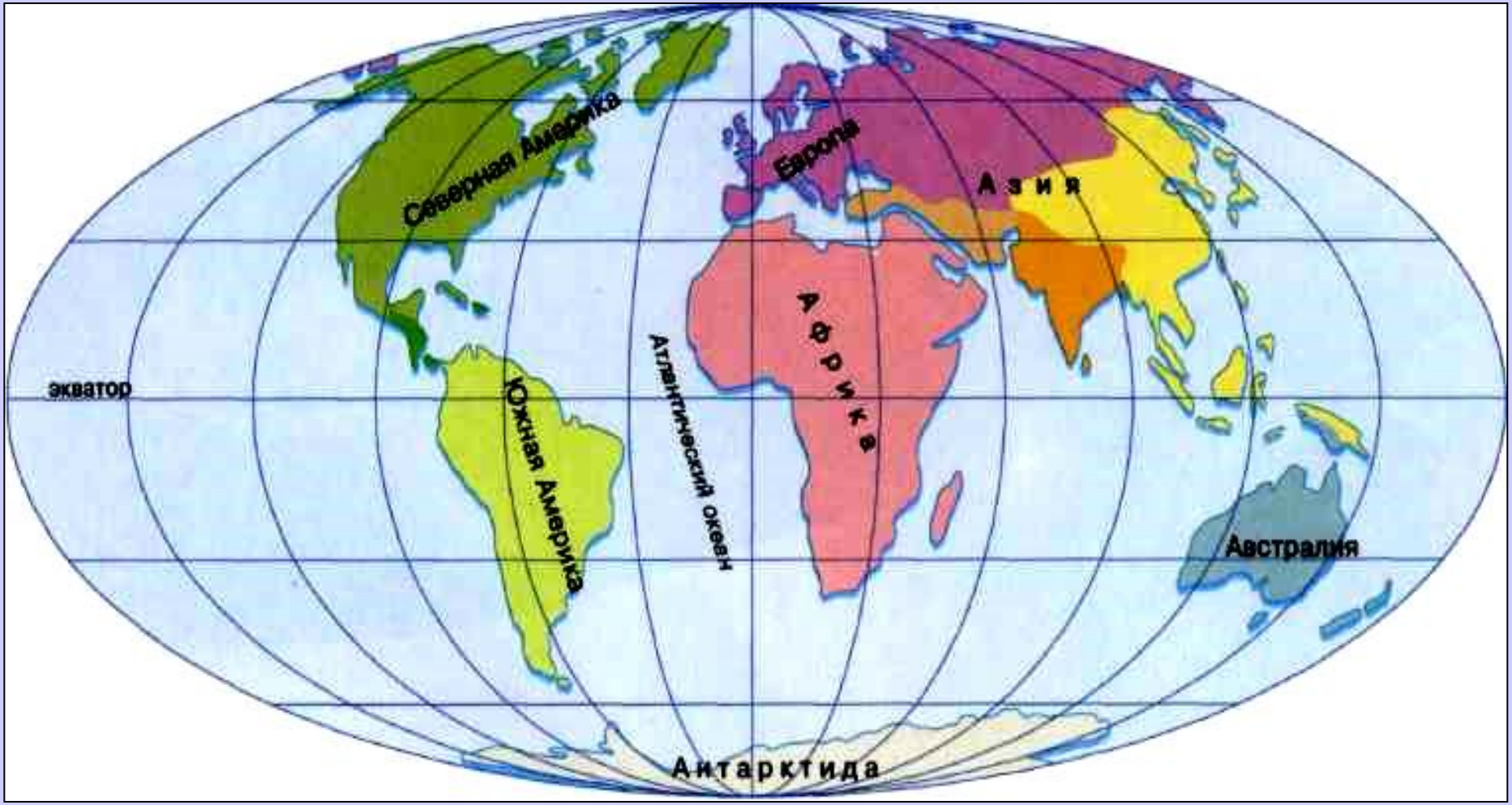
Ответить на вопрос-задачу:

Появление обширных остепненных территорий в значительной степени компенсировало сокращение участков суши, занятых вечнозелеными лесами.
Почти всю энергию Солнца травы тратят на производство и накопление питательных веществ, следовательно, степи и саванны образуют зоны повышенной фотосинтетической активности и могут обеспечить кормом многочисленные популяции животных. В миоцене произошла так называемая «жвачная революция», в результате которой резко возросла численность предков нынешних антилоп, буйволов, оленей, жирафов, овец, а в Северной Америке – антилопообразных вилорогов.

Как Вы можете объяснить это событие?

Неоген. Плиоцен – от 5 до 2 млн. лет назад

Материки почти достигают их нынешнего положения. Громадные ледниковые покровы распространяются в Северном полушарии и в Антарктиде.



Неоген. Плиоцен

Климат становится еще прохладнее, чем в миоцене.

Возникает зональность, характерная для умеренного пояса – степи, тайга, тундра.

В Европе и Азии бескрайние травянистые равнины дают приют огромному количеству буйволов, оленей, газелей и антилоп.

Прерии Северной Америки населены стадами оленей, верблюдов, лошадей, мастодонтов и вилорогов.

Появляются хищники, охотящиеся стаями.

Неоген. Плиоцен

В конце плиоцена между Северной и Южной Америкой образуется узкий перешеек и сразу же возникает «двустороннее движение» – древесные ленивцы, муравьеды и ***токсодоны*** перебираются в Центральную Америку, опоссумы и броненосцы идут еще дальше на север; в свою очередь с севера в Южную Америку устремляются полчища мышей, лошади и слоны.

Животные, столько лет безмятежно существующие в Южной Америке, сталкиваются с жестокой конкуренцией со стороны пришельцев.

Вымирает большинство сумчатых и яйцекладущих, исчезают и древние птицы.

Животный и растительный мир в плиоцене приобретает облик, близкий к современному.

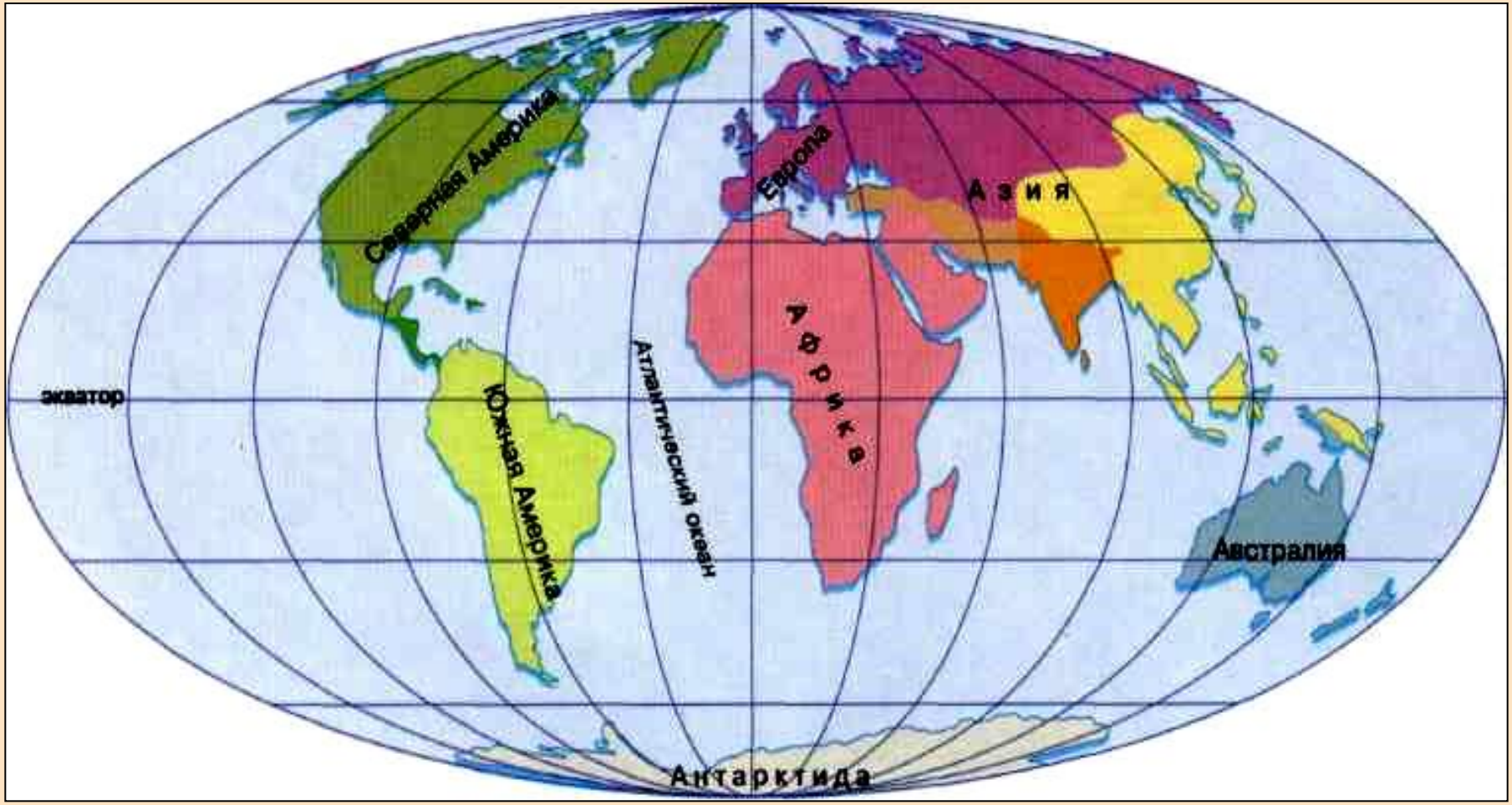
Задание

Дать характеристику некоторых, ныне вымерших животных: мегатерии (гигантские ленивцы, глиптодонты (гигантские броненосцы), древние гигантские муравьеды, саблезубые тигры и **ответить на вопрос:**

Почему эти крупные и сильные животные, у которых практически не было естественных врагов, внезапно и быстро вымерли? Всегда ли сила, ловкость, большая масса тела оказываются решающими факторами, обеспечивающими успех в борьбе за существование?

Антропоген. Плейстоцен и голоцен – от 2 млн. лет назад до наших дней

В начале плейстоцена материки занимают практически то же положение, что и в наши дни.



Антропоген. Плейстоцен и голоцен

Узкий сухопутный мост связывает между собой Северную и Южную Америку.

На северное полушарие наползают гигантские ледниковые покровы.

Мир в объятиях великого оледенения, во время которого земная поверхность замерзает (ледниковый период) и вновь оттаивает (межледниковый период), по меньшей мере, четыре раза.

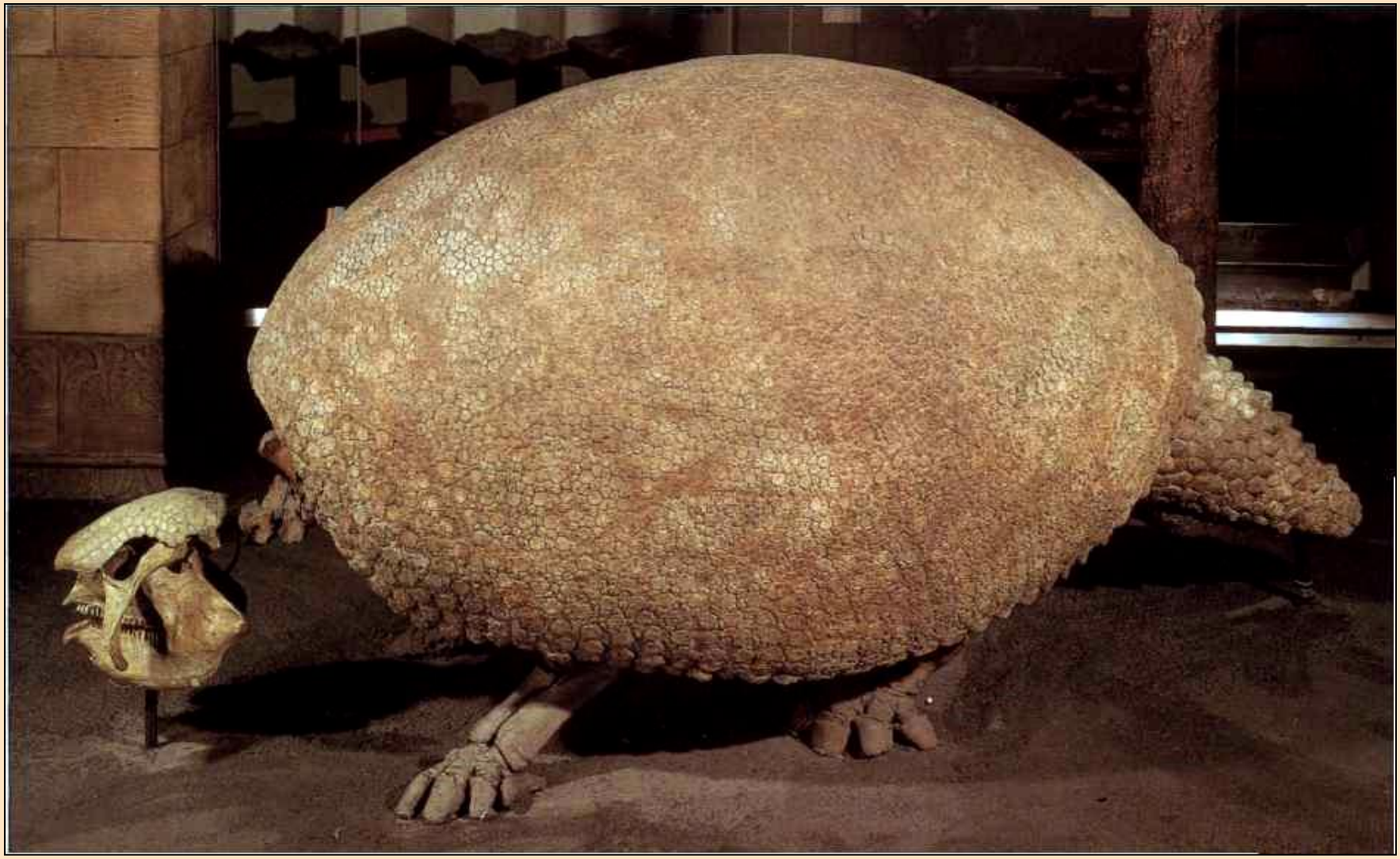
Сейчас очередной межледниковый период, вероятно, пятый за последний миллион лет, а во время последнего оледенения льды покрывали примерно 28 млн. кв. км суши, ныне свободной ото льда.

Многие животные тогда вымерли. 10000 лет назад начинается голоцен.

Климат становится теплее и наступает время расцвета ***человека***.

Антропоген. Плейстоцен и голоцен

Глиптодонт – исполинский броненосец – размерами превосходил автомобиль



Задание

Ответить на вопрос-задачу:

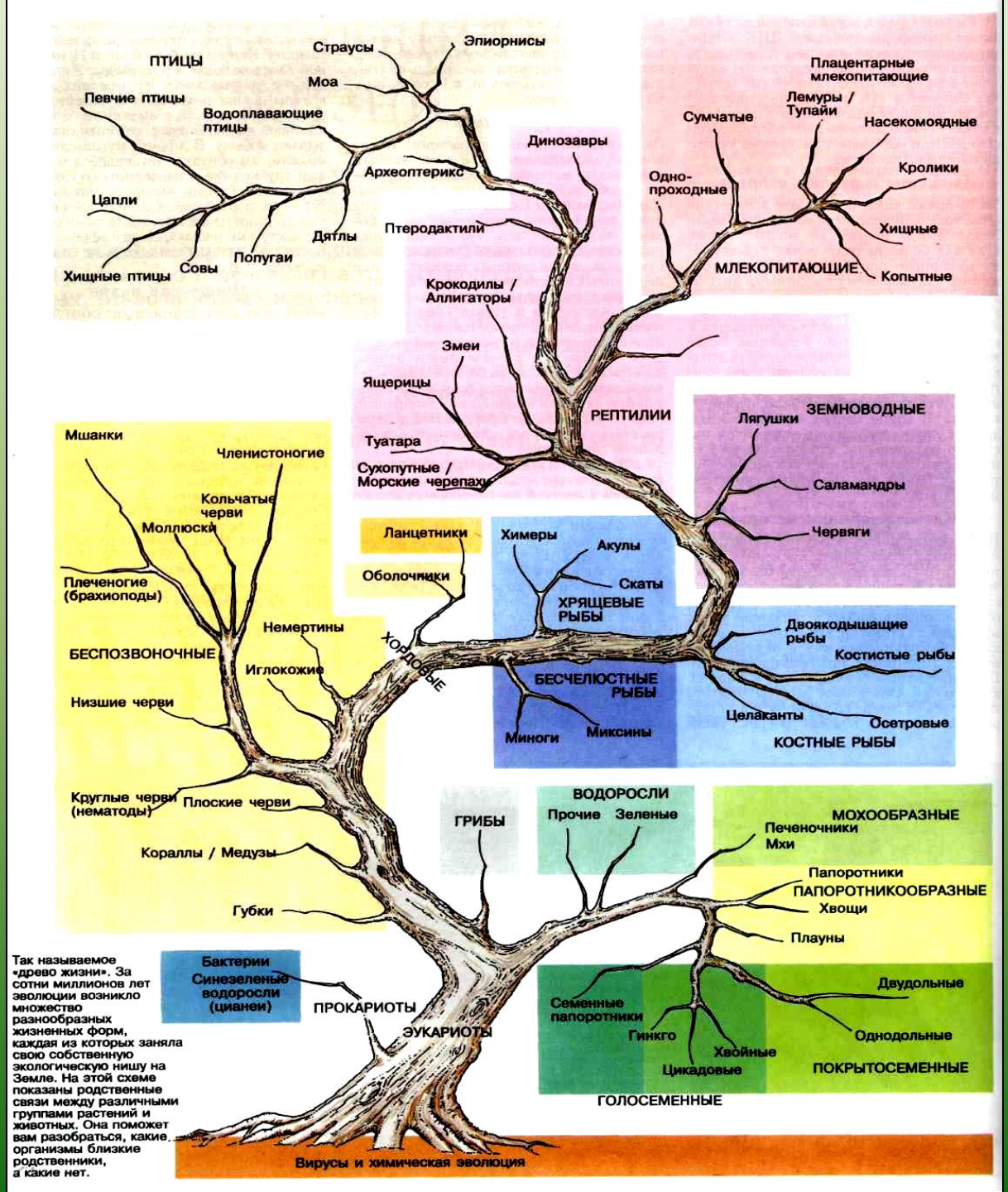
В эпоху великого оледенения мир был населен множеством шерстистых млекопитающих, т.к. густая шерсть – одна из адаптаций к жизни при низких температурах. Еще одна адаптация к перенесению холода – крупные размеры тела, поэтому среди плейстоценовых животных были настоящие гиганты. Объясните этот факт.

Какое экологическое правило сформулировано на основе данной закономерности? Каким правилом оно дополняется? Приведите примеры.

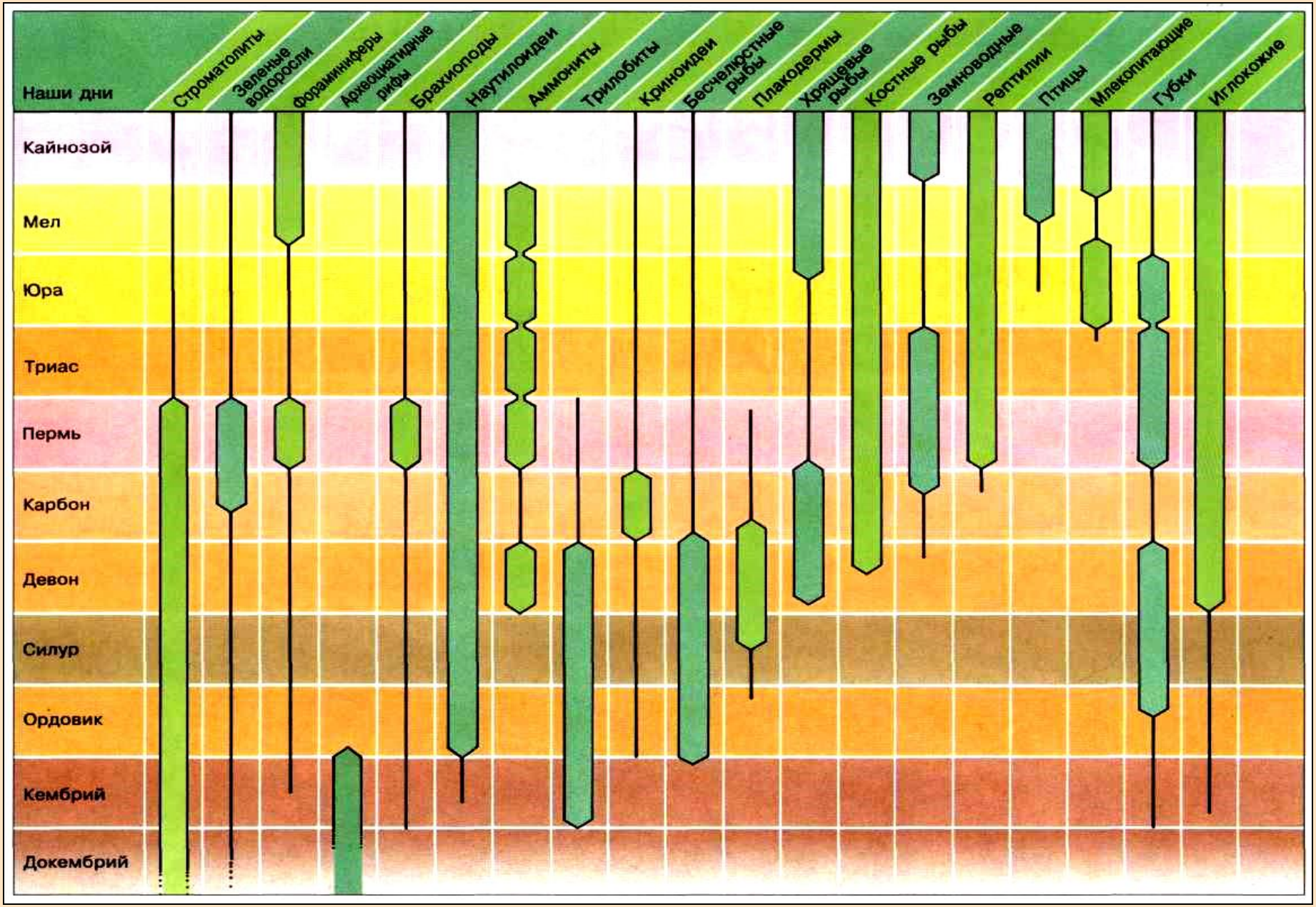
Древо жизни

Задание

На рисунке «древо жизни» возле каждой группы организмов сокращенно напишите «дату» (период, млн. лет) их появления на Земле (например: девон-380)



Великие вымирания



Задание

Как Вы можете видеть на иллюстрации, существовало несколько относительно коротких периодов, во время которых происходило массовое вымирание огромного числа видов растений и животных. Вероятно, самое грандиозное вымирание было в конце пермского периода. Тогда с лица Земли исчезло от 76-96% всех видов и около 200 из 400 известных нам семейств. Другое массовое вымирание произошло в конце мелового периода и привело к гибели динозавров и аммонитов. Вслед за каждым великим вымиранием следовал мощный эволюционный взрыв, возникали новые крупные группы живых организмов.

Как Вы считаете, в чем заключались основные причины вымирания и почему исчезновение видов называют обратной стороной эволюции?

Современные основные систематические категории

Империя (неклеточные и клеточные)

Надцарство (прокариоты, эукариоты)

Царство (растения, животные, грибы, дробянки, вирусы)

Подцарство (одноклеточные, многоклеточные)

Тип (например, хордовые). ***Отдел*** у растений (например, покрытосеменные)

Класс (например, насекомые)

Отряд (например, жесткокрылые)

Семейство (например, пластинчатоусые)

Род (например, геотруп, или навозник)

Вид (навозник лесной)

СИСТЕМА ПРИРОДЫ

Империя Клеточные

Надцарство Прокариоты
Царство Дробянки

- **Подцарство Архебактерии**
- **Подцарство Настоящие бактерии**
- **Подцарство Цианобактерии**

Надцарство Эукариоты

Царство Растения

350 000 видов фотоавтотрофных организмов.

Царство Животные

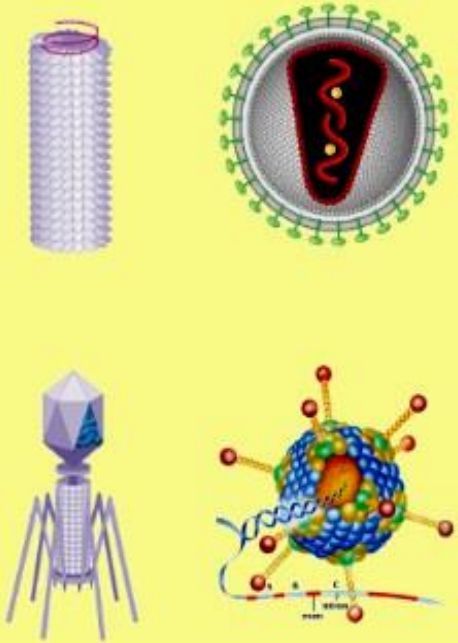
Гетеротрофные подвижные организмы. Запасное вещество - гликоген.

Царство Грибы

100 000 видов гетеротрофных организмов.

Империя Неклеточные

Царство Вирусы



Доказательства эволюции

Переходные формы – организмы, сочетающие признаки более древних и молодых групп:

псилофиты (водоросли – высшие растения),

семенные папоротники (папоротниковидные – голосеменные),

саговники (голосеменные – покрытосеменные),

трилобиты (морские – наземные членистоногие),

кистеперые рыбы (рыбы – первые земноводные),

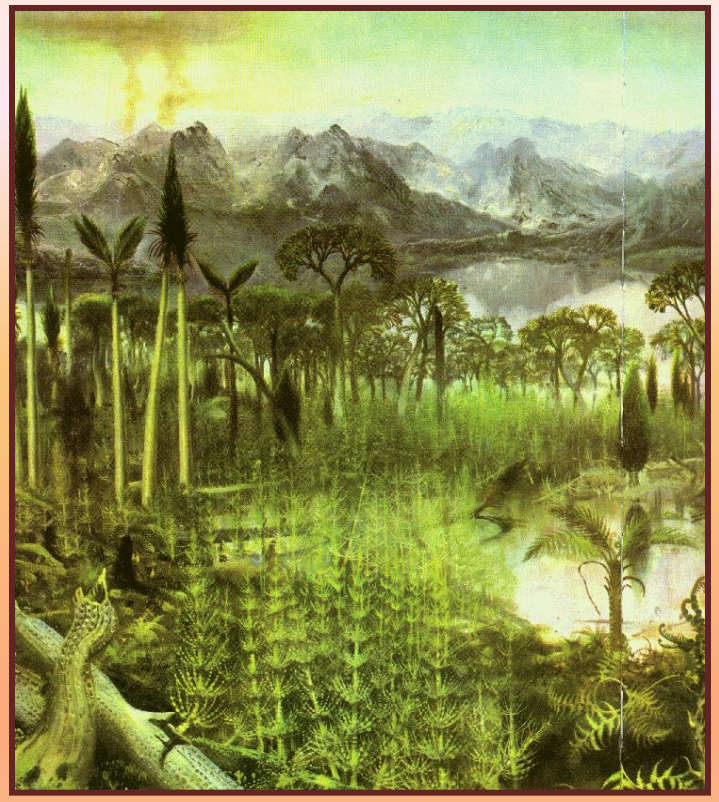
стегоцефалы (земноводные – древние травоядные рептилии котилозавры),

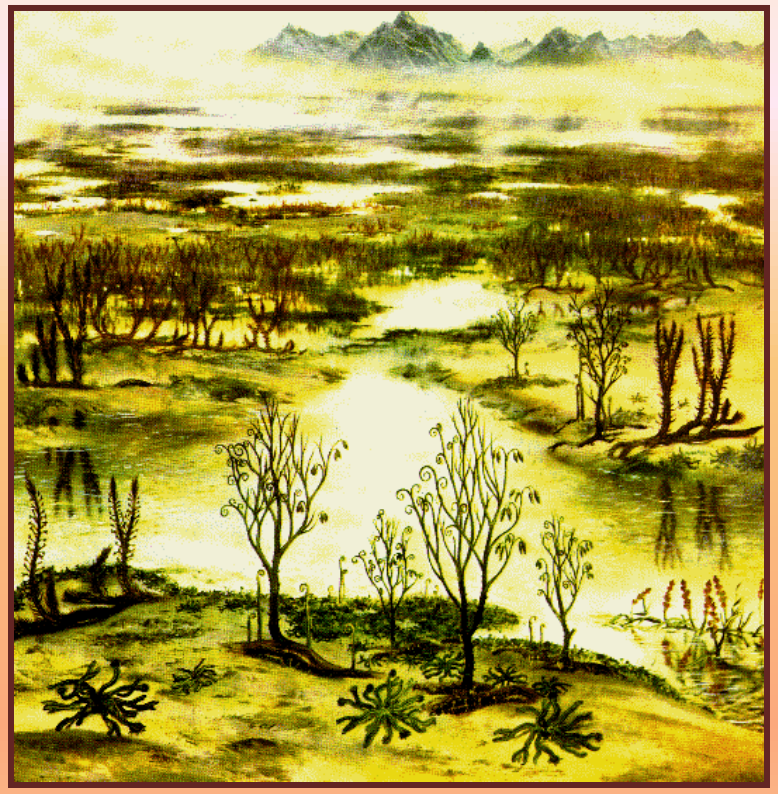
археоптерикс (рептилии – птицы),

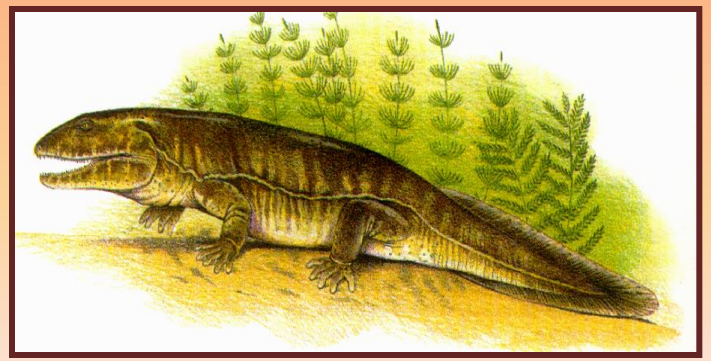
звероящеры (рептилии – млекопитающие)

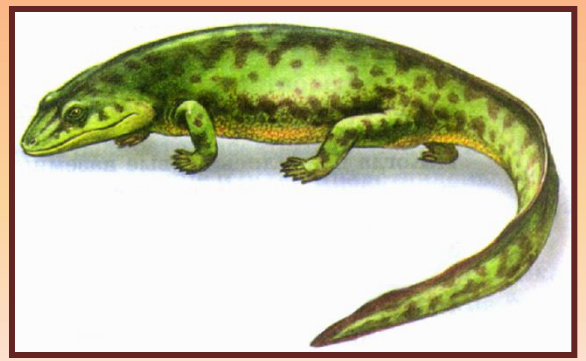
Переходные формы

Переходные формы









Доказательства эволюции

Палеонтологические ряды – ряды ископаемых форм, связанные друг с другом в процессе эволюции и отражающие ход филогенеза

Эволюция лошадиных

(гиракотерий – мезогиппус – меригиппус – плиогиппус – эквус)

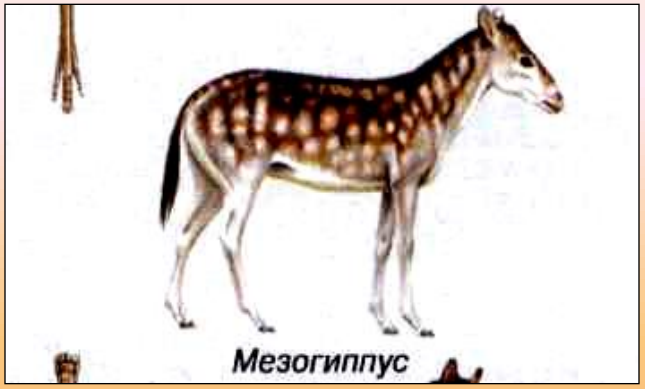
Эволюция слонов

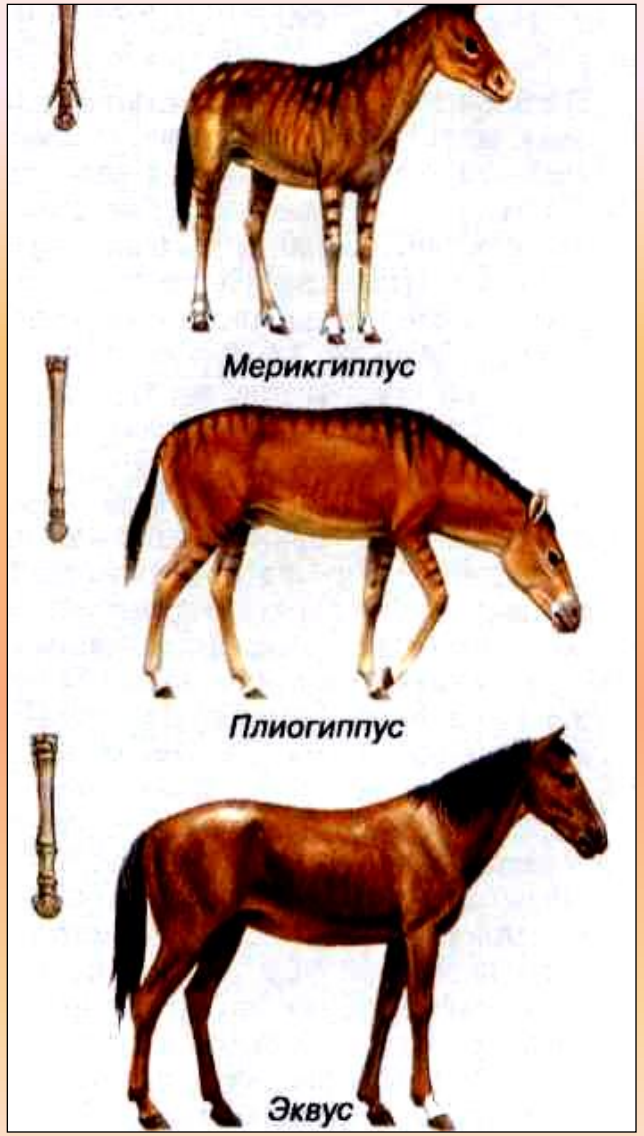
(меритерий – фиомия – платибелодон, дейнотерий – стегодон – слон современного типа)

Эволюция хищных млекопитающих

(пантотерии – креодонты – кошачьи, собачьи, виверровые, куньи)

Палеонтологические ряды



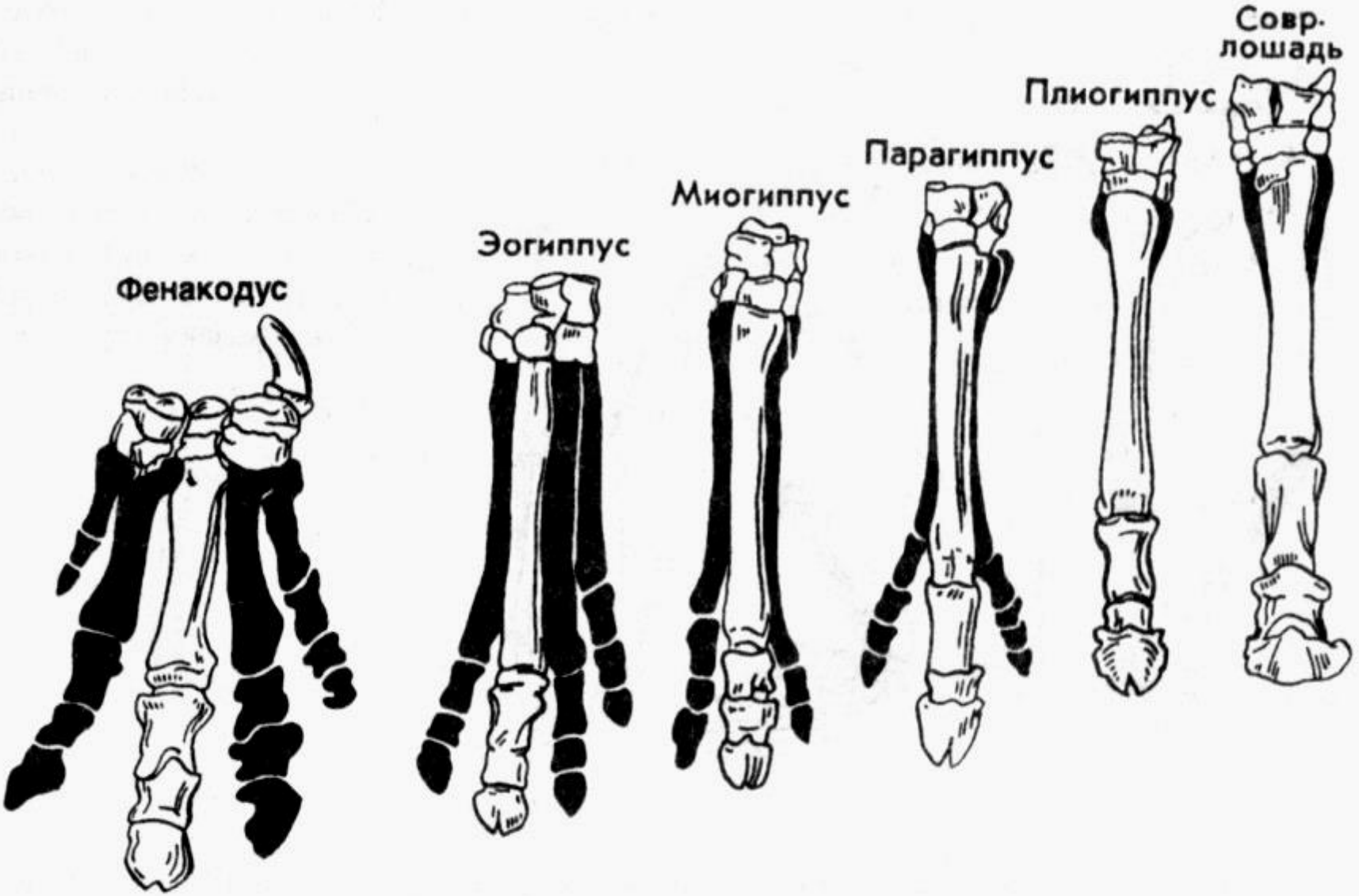


Эволюция лошадиных изучена В.О. Ковалевским

Гиракотерий, размером с лисицу, обитал в обширных заболоченных лесах *эоценовой* эпохи на территории Северной Америки и Европы, питался листвой мелких растений и имел 4 длинных пальца на передних ногах и по 3 на задних. ***Мезогиппус*** в *олигоцене* утратил на передних ногах один палец и немного подрос.

В *миоцене* появился ***мерикгиппус***, который обладал непропорционально большим средним пальцем и размерами достигал современных пони. ***Плиогиппус*** в *плиоцене* стал однопалой лошадью и, затем уже *плейстоценовый* ***эквус*** широко расселился почти на всех материках Земли.

Палеонтологические ряды



Доказательства эволюции

***Реликты** – виды и другие таксоны растений и животных, сохранившихся от исчезнувших, широко распространенных в прошлом флор и фаун*

реликты архея – анаэробные археобактерии, строматолиты

реликты кембрия – плеченогое лингула

реликты силура – наутилусы, морские лилии, мшанки

реликты девона – мечехвосты, латимерия, двоякодышащие рыбы

реликты карбона – реликтовый таракан, стрекозы

реликты перми – гинкго-билоба, саговник

реликты триаса – гаттерия, араукария

реликты юры – секвойядендрон

реликты мела – однопроходные, сумчатые

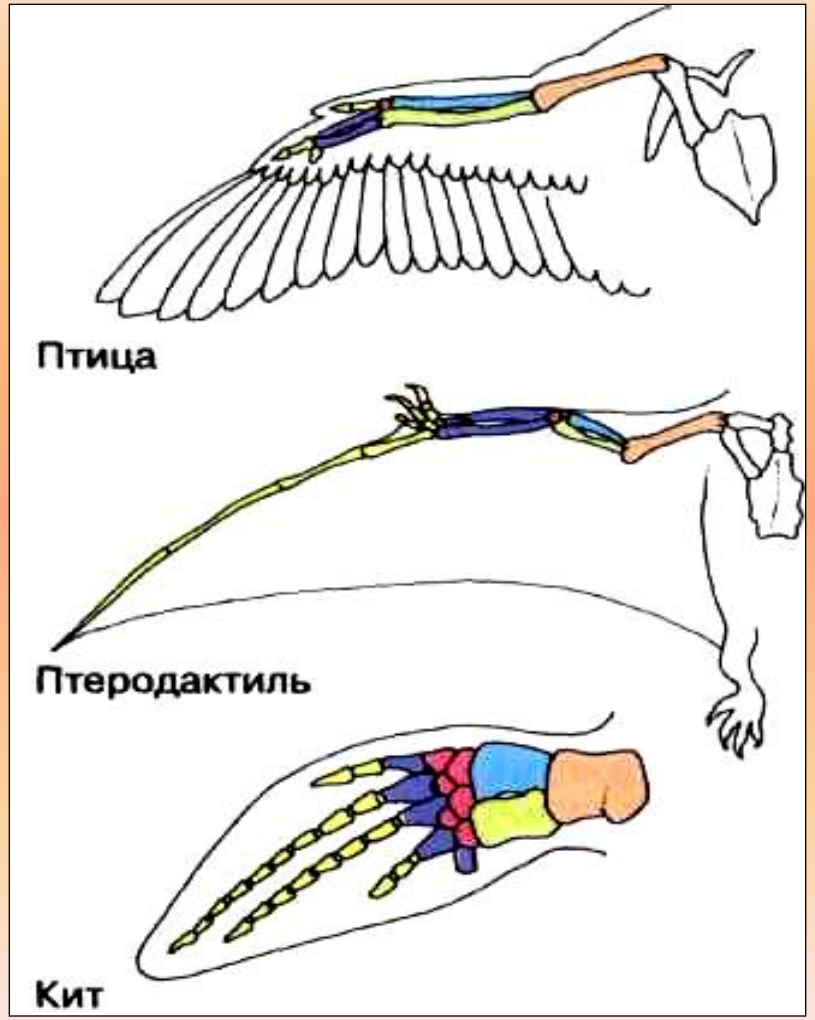
реликты ледниковой эпохи – карликовая береза, заяц-беляк альпийский

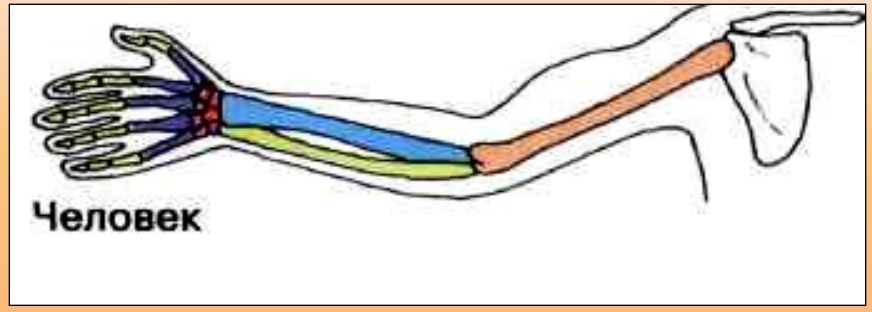
Реликты

Перипатус **– реликт позднего девона**

Гомология

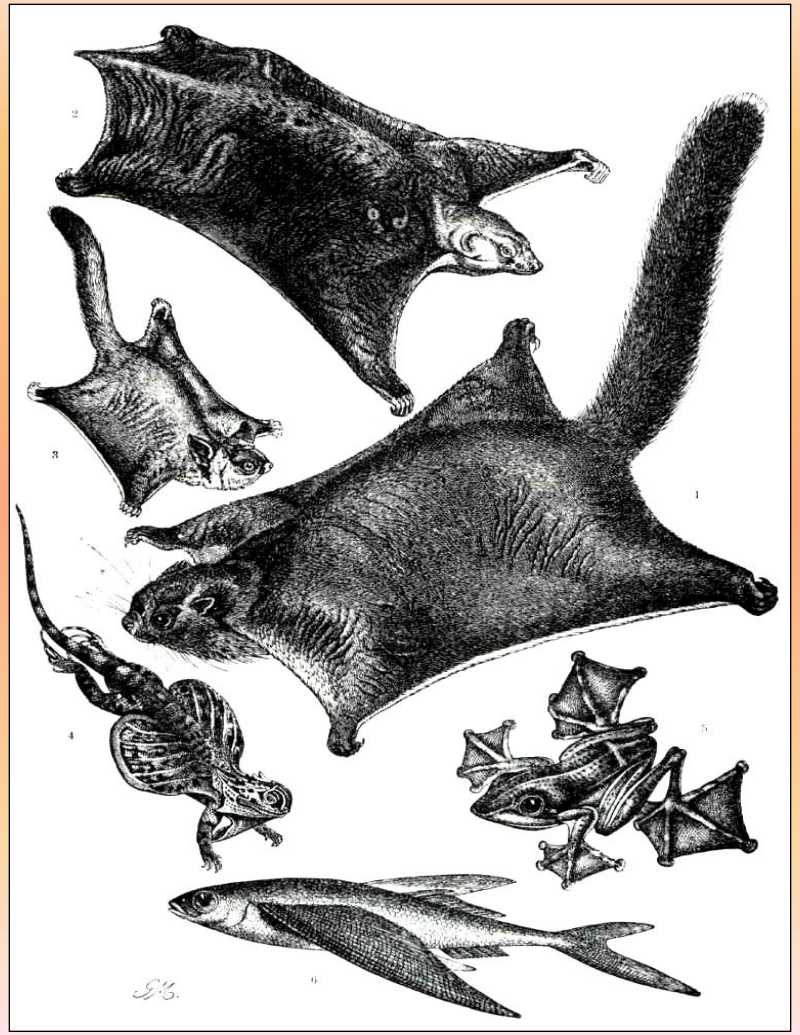
Гомология – сходство органов или их частей одинакового происхождения





Аналогия

Аналогия – сходство органов или их частей, разных по происхождению, но одинаковых по функциям



шерстокрыл
летун
летающая белка
летающий дракон
летающая лягушка
рыба-долгопер

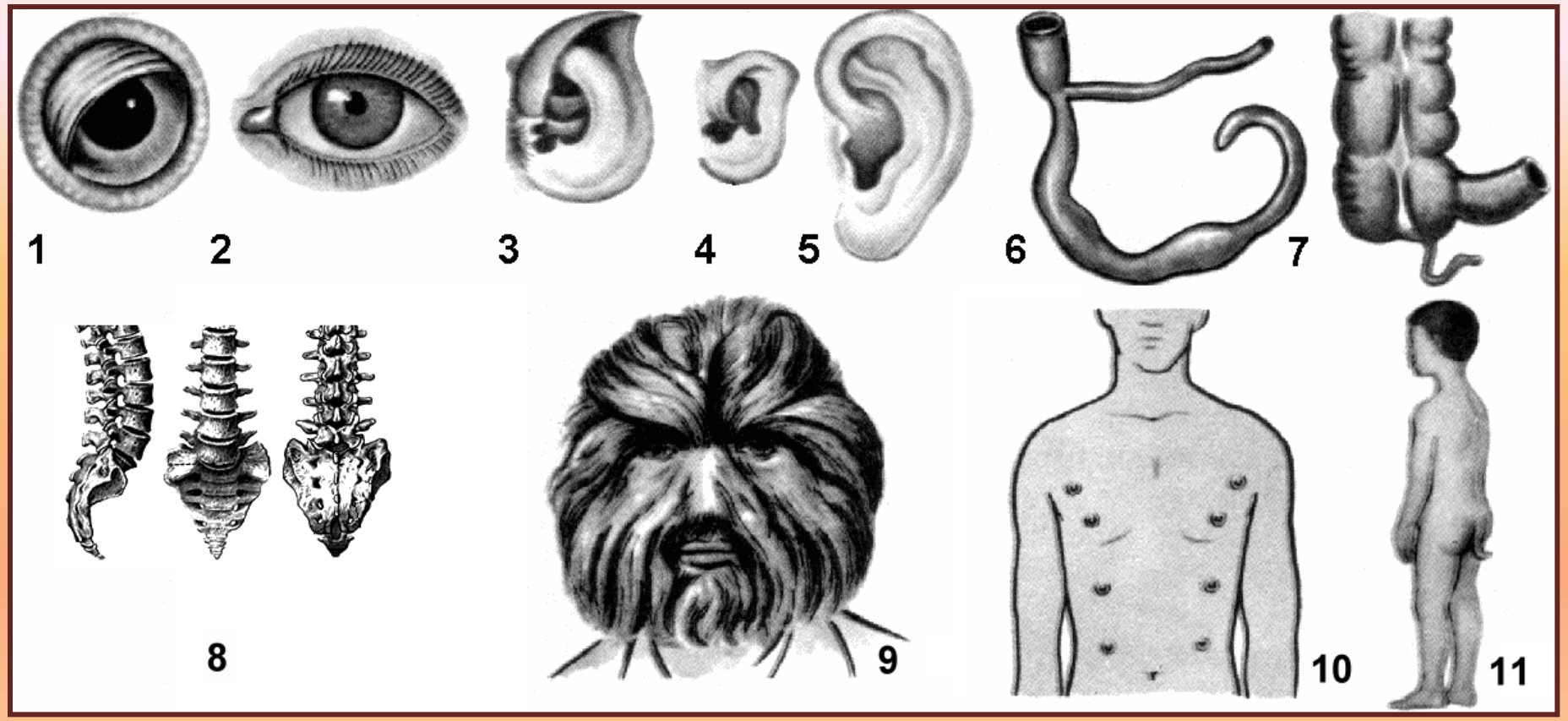
Гомойология. Рудименты и атавизмы

Гомойология – сходство гомологичных органов, вторично усиленное приспособлениями к выполнению сходных функций (аналогия гомологичных органов)

Рудименты – недоразвитые органы, ткани и признаки, утратившие свое значение в процессе филогенеза **(остатки задних конечностей у китов и тюленей, малой берцовой кости у птиц, хвостовые позвонки, мышцы, поднимающие волосяные фолликулы, зуб мудрости у человека)**

Атавизмы – появляющиеся у некоторых особей вида признаки далеких предков, утраченные в процессе филогенеза **(два дополнительных пальца по бокам копыта у лошади, дополнительные грудные соски, интенсивный волосяной покров, хвостовой придаток у человека)**

Рудименты и атавизмы



1, 2 — третье веко у птицы и человека; 3, 4, 5 — ушная раковина обезьяны, шестимесячного эмбриона человека; дарвинов бугорок у взрослого человека; 6, 7 — слепая кишка и аппендикс у копытного и человека; 9 — волосатый мужчина; 10 — случай многососковости; 11 — ребенок с мягким хвостом.

Сравнительно-анатомические ряды

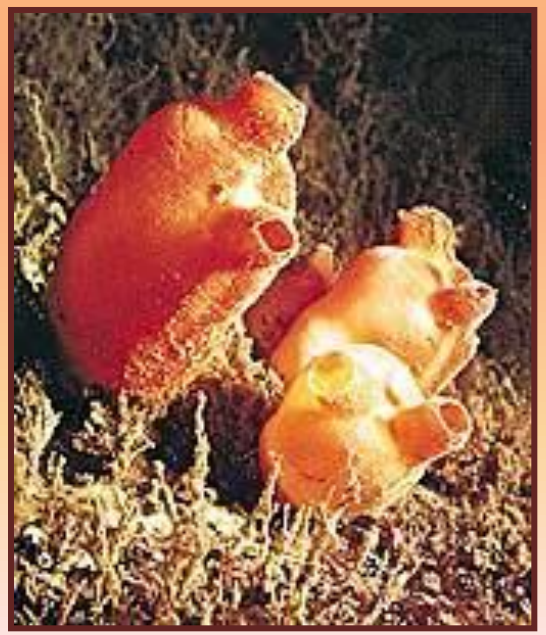
Сравнительно-анатомические ряды – ряды современных, специально подобранных организмов, эволюционный анализ анатомо-морфологических особенностей которых свидетельствует об истории появления тех или иных структур и форм в процессе филогенеза.

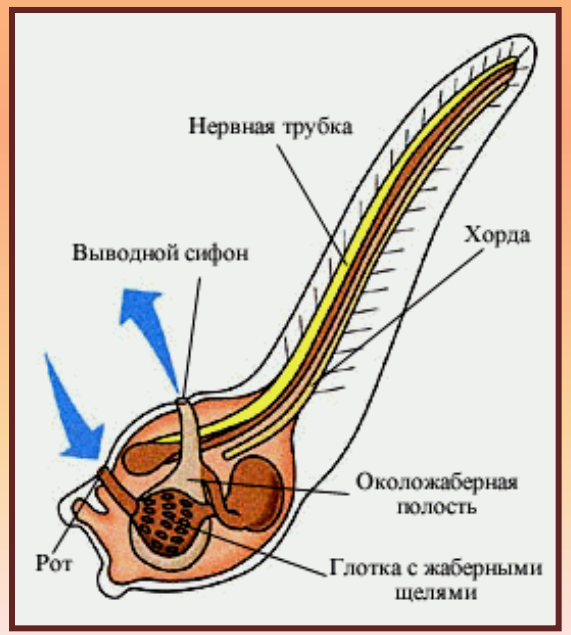
Сравнение современных *однопроходных, сумчатых и плацентарных млекопитающих* позволяет представить путь эволюции ранних этапов онтогенеза –
***откладка яиц* (утконос, ехидна),**
***рождение недоразвитых детенышей* (сумчатые)**
***плацентарность* (высшие млекопитающие).**

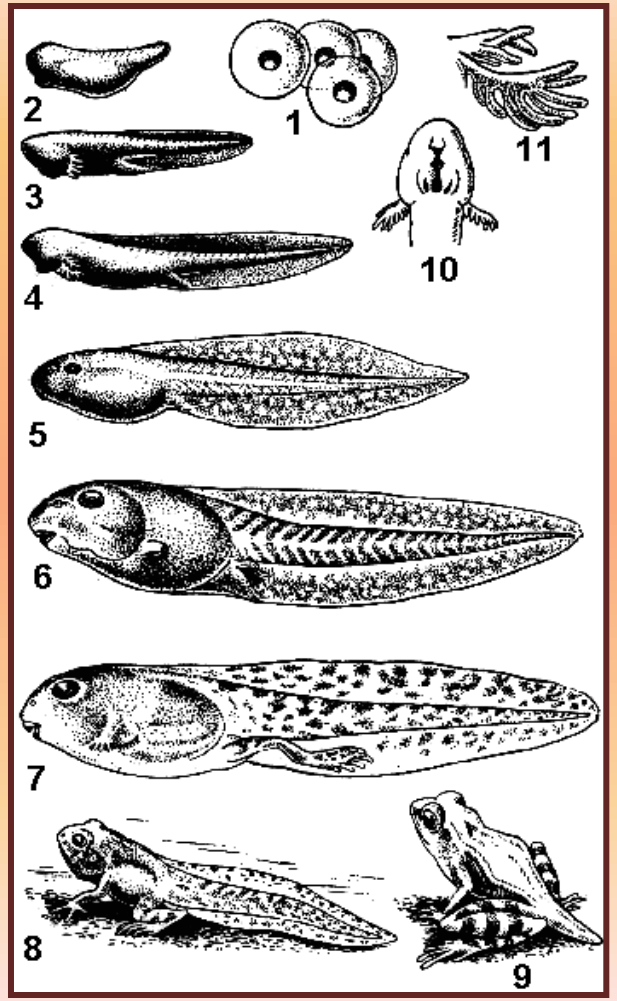
Данные эмбриологии

Головастик лягушки имеет рыбообразную форму тела, боковую линию, двухкамерное сердце и один круг кровообращения. Он как бы повторяет признаки рыб, далеких предков земноводных.

Взрослая **асцидия** неподвижна, похожа на беспозвоночное животное, а личинка асцидии имеет хорду и нервную трубку и сходна с ланцетником. На этом основании асцидию относят к типу хордовых, подтипу личиночно-хордовых.







Закон зародышевого сходства:

1) общее образуется в зародыше раньше, чем специальное,

2) из более общего образуется менее общее, пока не возникает самое специальное,

3) зародыши разных классов вначале сходны, а затем отклоняются в своем развитии друг от друга,

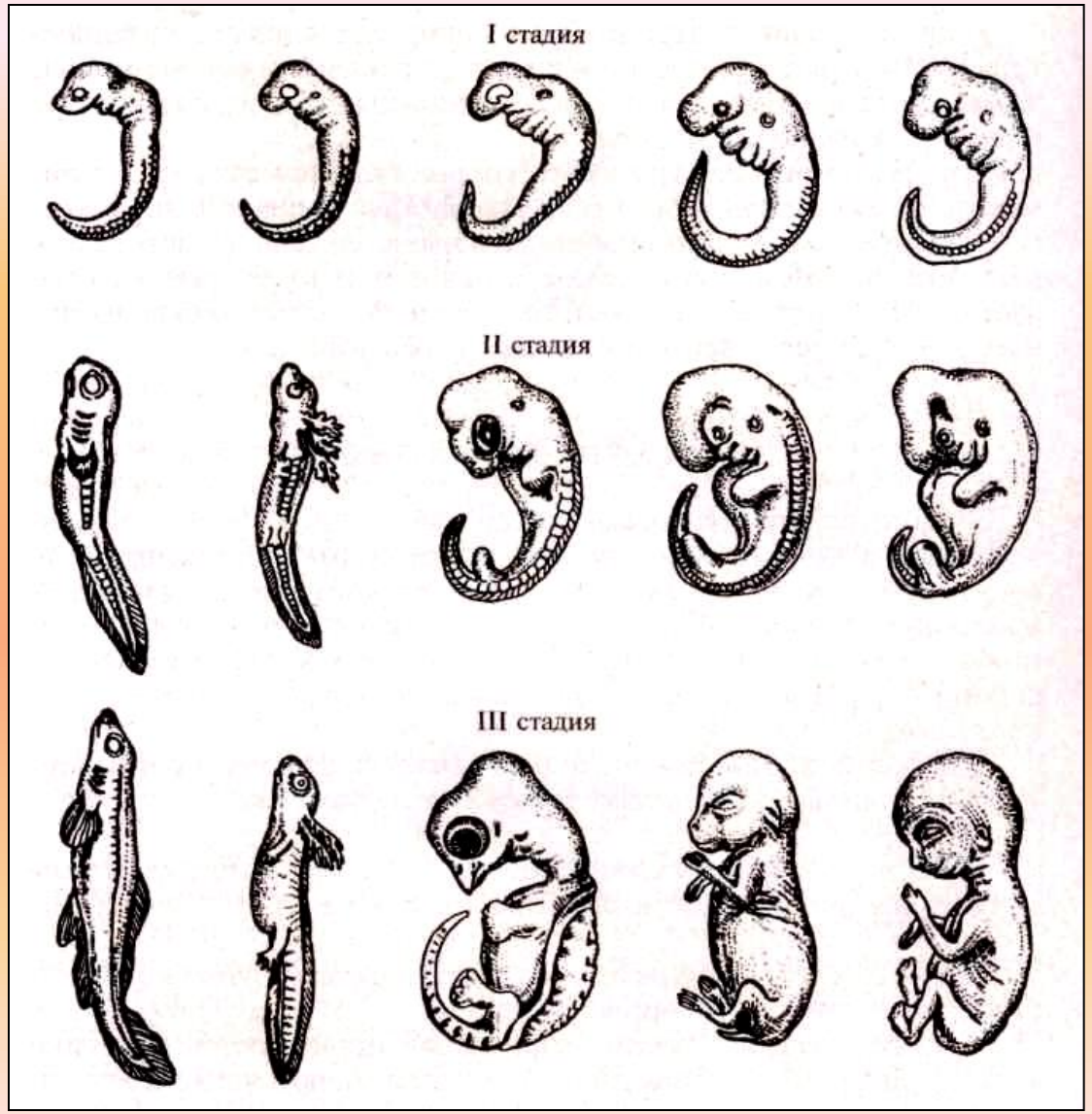
4) зародыш высшей животной формы никогда не бывает похож на другую животную форму, а лишь на ее зародыша (К.М. Бэр, 1828)

Биогенетический закон:

Онтогенез есть краткое и быстрое повторение филогенеза, в ходе которого индивидуальное развитие служит источником новых направлений эволюции, а она отражается на онтогенезе (закон Э.Геккеля-Ф.Мюллера, впоследствии уточненный А.Н. Северцовым)

Закон зародышевого сходства

рыба саламандра черепаха крыса человек

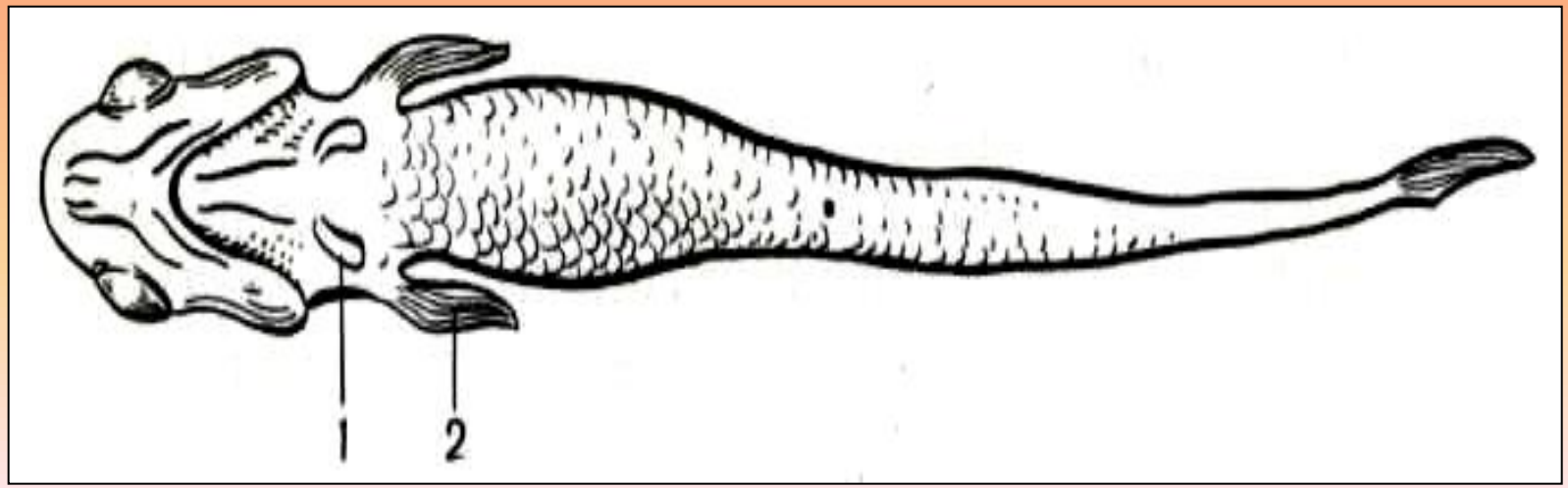


Филэмбриогенезы

Филэмбриогенезы – эволюционные преобразования в результате изменения хода развития и структур ранних стадий онтогенеза предков.

***Архаллаксисы – изменения на ранних стадиях эмбриогенеза*, которые выражаются в изменении начальной массы зачатков, в сдвигах места закладки органов (гетеротопии) или времени закладки органов (гетерохронии)**

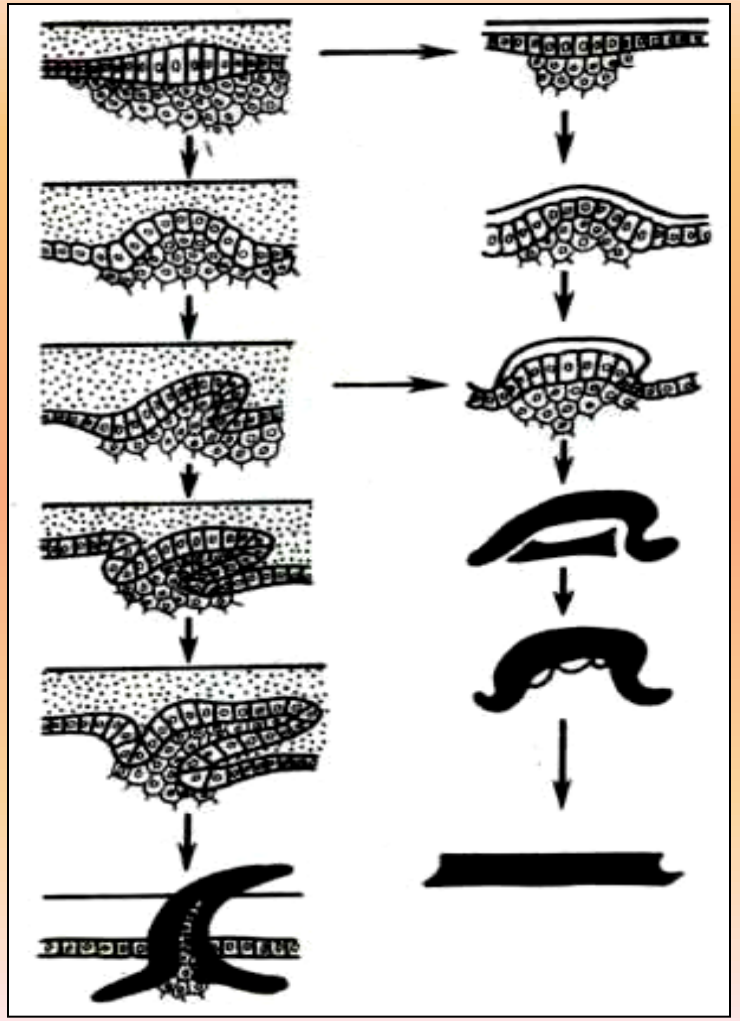
Приводят к крупным преобразованиям онтогенеза.



Филэмбриогенезы

Девиации – изменения в развитии признаков вследствие резкого уклонения от первоначального направления на средних стадиях онтогенеза

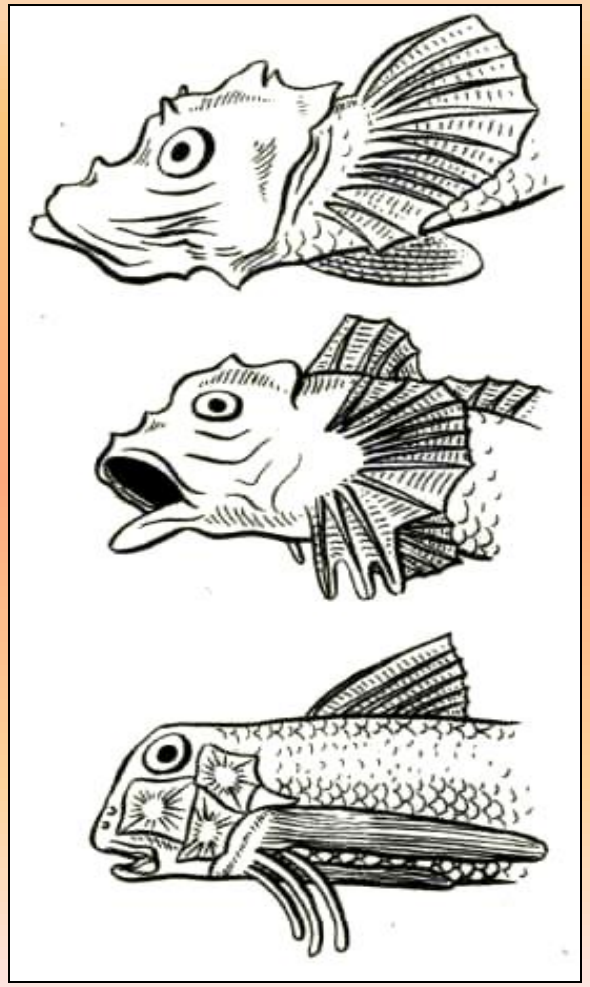
на одной из средних стадий развития чешуя акулы (слева) отличается от чешуи рептилий (справа)



Закладка чешуй у тех и других начинается одинаково – с местного уплотнения нижнего слоя эпидермиса и скопления под ним слоя соединительной ткани в виде сосочка. У акуловых сосочек по мере роста на средних стадиях образует зубец чешуи, его поверхность покрывается костным веществом. У рептилий же после скопления соединительной ткани под эпидермисом происходит девиация – идет не окостенение, а ороговение чешуи. Следовательно, в развитии чешуи рептилий рекапитулируют лишь начальные стадии эмбриогенеза, а затем происходит отклонение от пути развития плакоидной чешуи.

Филэмбриогенезы

Анаболии – изменения конечных стадий онтогенеза. При этом рекапитулирует (повторяется) большая часть признаков предковых форм



вверху – образование нормальных плавников у малька морского петуха

в центре – начало обособления трех первых плавниковых лучей у более крупного малька

внизу – разрастание этих лучей до пальцеобразных придатков у взрослого

Доказательства эволюции

Универсальность генетического кода **свидетельствует о едином происхождении всех живых организмов Земли.**

Чем ближе родство, тем меньше отличий в строении ДНК и белков. **В настоящее время проведена гибридизация цепей нуклеотидов ДНК человека и шимпанзе.**

Для этого были разделены двойные цепи ДНК человека и шимпанзе, и затем одиночные цепи ДНК человека соединили с цепями нуклеотидов шимпанзе. Между комплементарными нуклеотидами восстановились химические связи, и оказалось, что ДНК человека и шимпанзе сходны на 91-97,5%.

Доказательства эволюции

Единство аминокислотного состава белков **свидетельствует о едином происхождении всех живых организмов Земли.**

Доказано, что у близкородственных групп организмов белки сходны по аминокислотному составу и сходна нуклеотидная последовательность ДНК в хромосомах.

Например, гемоглобин человека и шимпанзе идентичен по аминокислотному составу, а между гемоглобином человека и гориллы отличия в двух аминокислотах.

Последовательность аминокислот в гемоглобине человека и гориллы

История эволюционного учения

Гераклит - учение о первоэлементах мира

Демокрит - атомистическое строение мира

Эмпедокл - смешение первоэлементов создает удачные и неудачные комбинации

Аристотель («История животных», «О частях животных», «Возникновение животных»)

1) представление об энтелехии

2) первая система животных

3) лестница существ

4) сравнительно-анатомический метод в эмбриологических исследованиях

Лукреций Кар («О природе вещей») – идея развития природы как процесса возникновения качественно новых состояний под влиянием отбора.

История эволюционного учения

Джон Рей, Карл Линней – понятие вид, систематика

Жорж Бюффон – влияние условий внешней среды на организм и его изменения (трансформизм)

Жан Батист Ламарк («Философия зоологии», 1809)

Философские взгляды: 1) Философия деизма, 2) Теория флюидов, 3) Философское учение Лейбница

Причины эволюции: 1. Принцип градации, 2. Внутреннее стремление к совершенствованию

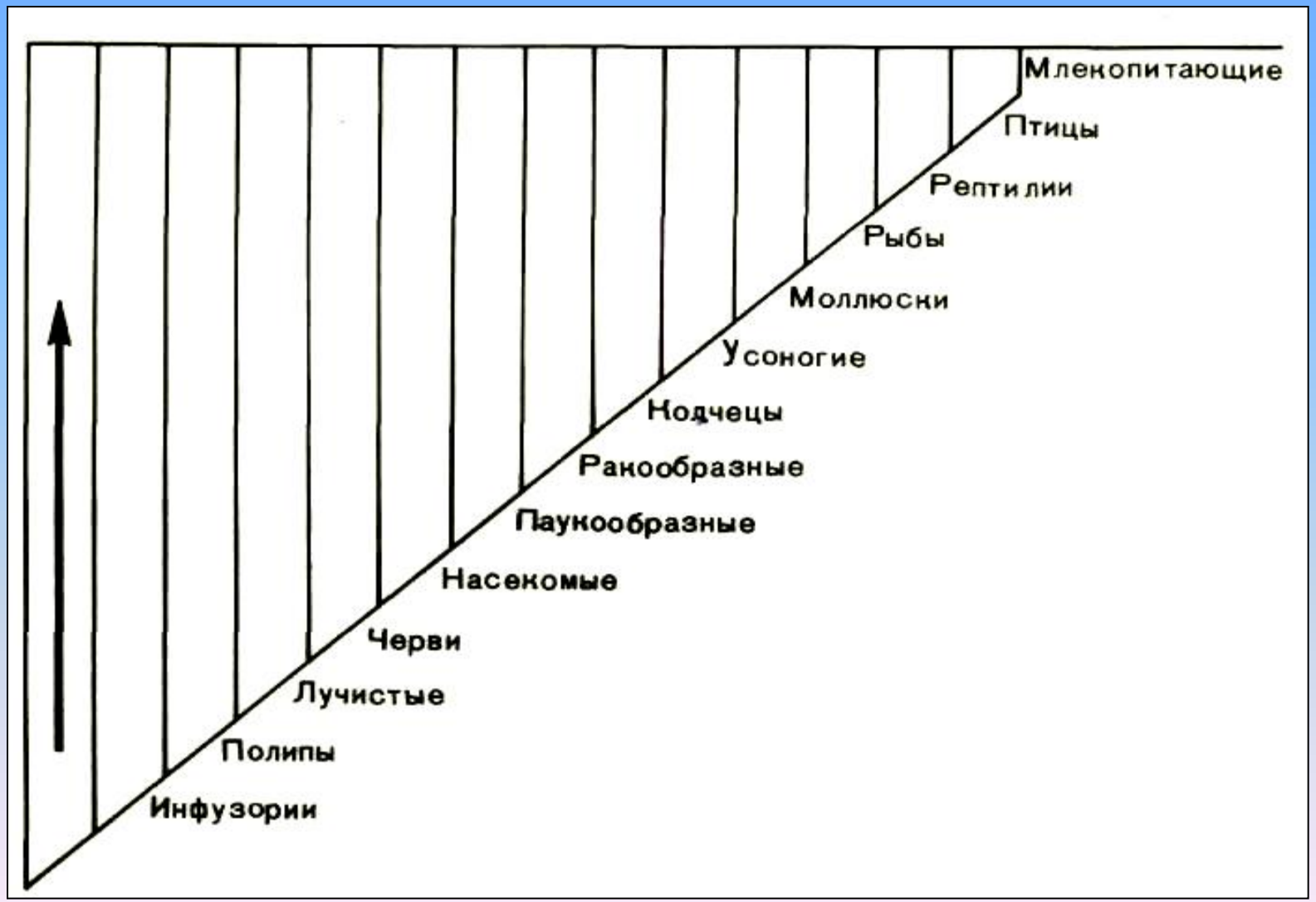
Законы: 1. Прямого приспособления, 2. Упражнения и неупражнения органов, 3. Наследования признаков

Жоффруа Сент-Илер – концепция единого плана строения

Жорж Кювье: 1. Принцип корреляций, 2. Учение о четырех планах строения (позвоночные, моллюски, членистые, лучистые), 3. Теория катастроф, 4. Геохронологическая таблица

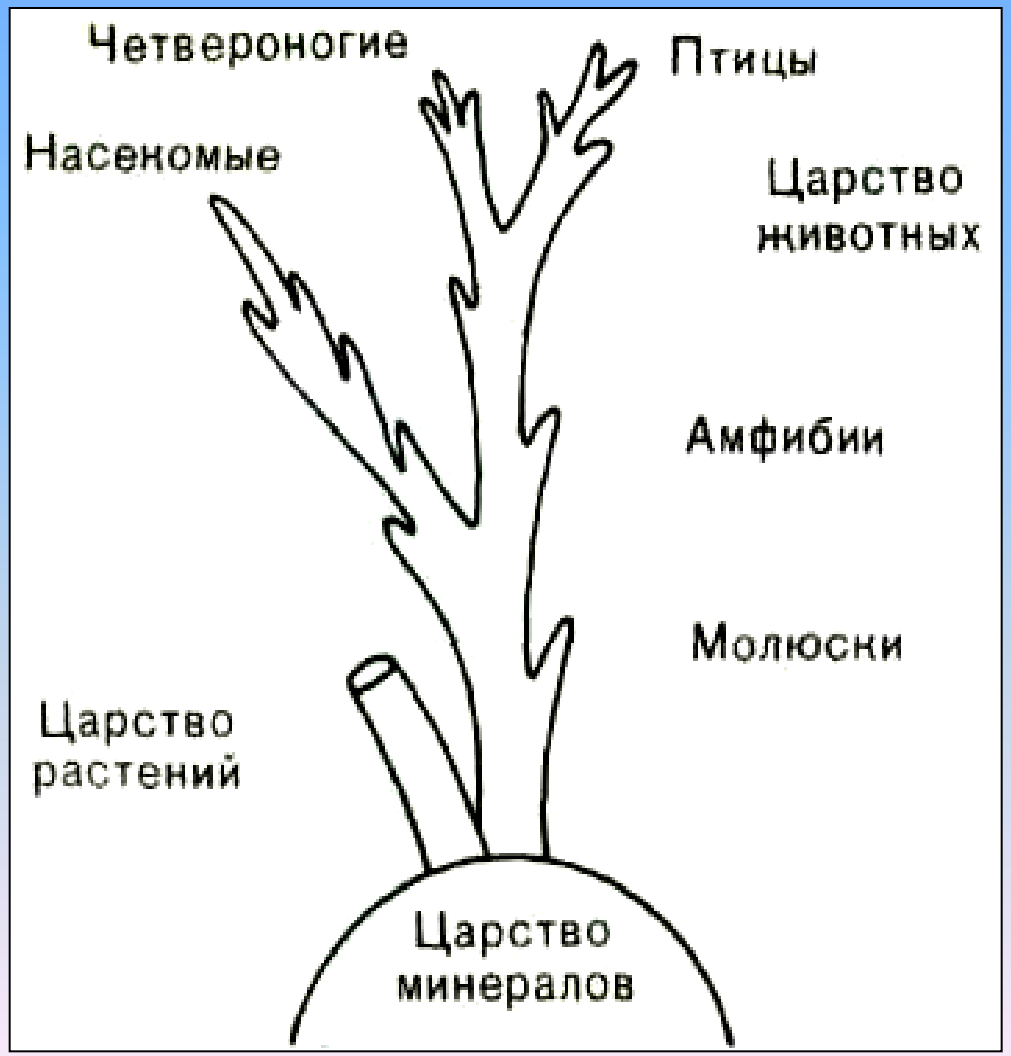
История эволюционного учения

Принцип градации в системе Ж.Б. Ламарка



История эволюционного учения

Представления П.Палласа о соотношениях между главными группами организмов



История эволюционного учения

Карл Бэр – закон зародышевого сходства

Чарльз Лайель – принцип униформизма, принцип актуализма, эволюционная концепция в геологии

Чарльз Белл – первое учение об адаптациях

Теодор Шванн, Матиас Шлейден – клеточная теория

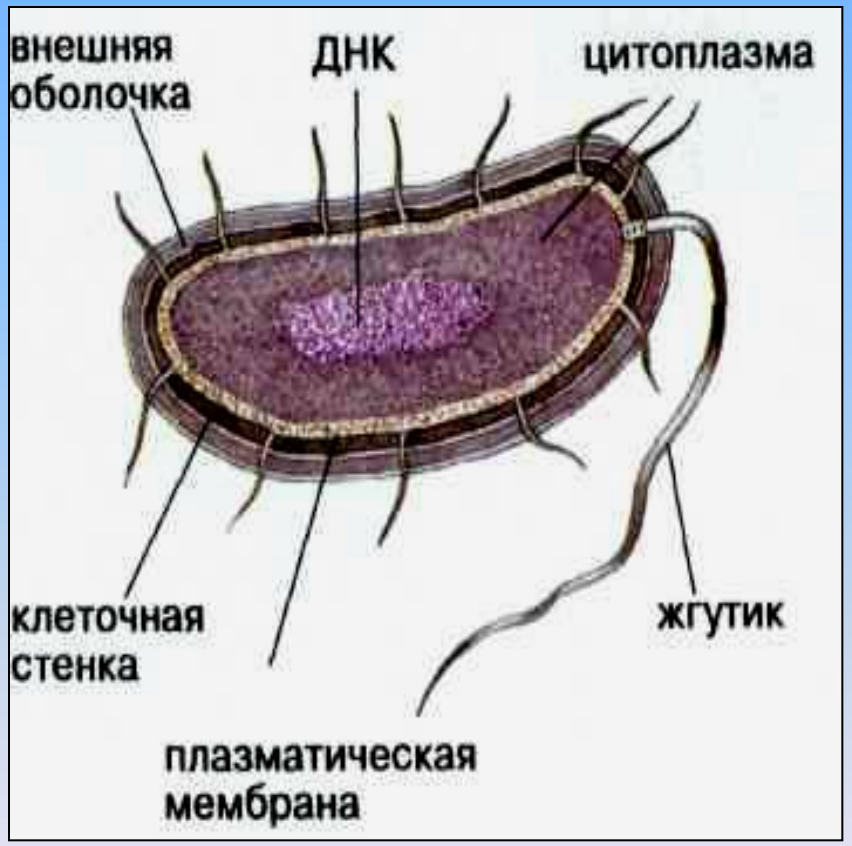
Петр Симон Паллас – адаптации животных к среде, первое эволюционное древо животных

Александр Гумбольдт – учение о горизонтальной зональности и вертикальной поясности

Томас Мальтус – «Трактат о народонаселении»

История эволюционного учения

Клетка прокариотическая и эукариотическая



История эволюционного учения

Чарльз Дарвин (12 февраля 1809 г – 19 апреля 1882 г)

1831-1836 гг. – путешествие на корабле «Бигль»

«Происхождение видов путем естественного отбора» (1859)

«Изменения домашних животных и культурных растений» (1868)

«Происхождение человека и половой отбор» (1871)

1. Учение об искусственном отборе

2. Факторы эволюции культурных форм:

а) изменчивость (неопределенная, определенная, коррелятивная, комбинативная); б) наследственность; в) искусственный отбор (полезность, усиление полезных признаков, чистопородное разведение и изоляция)

3. Борьба за существование

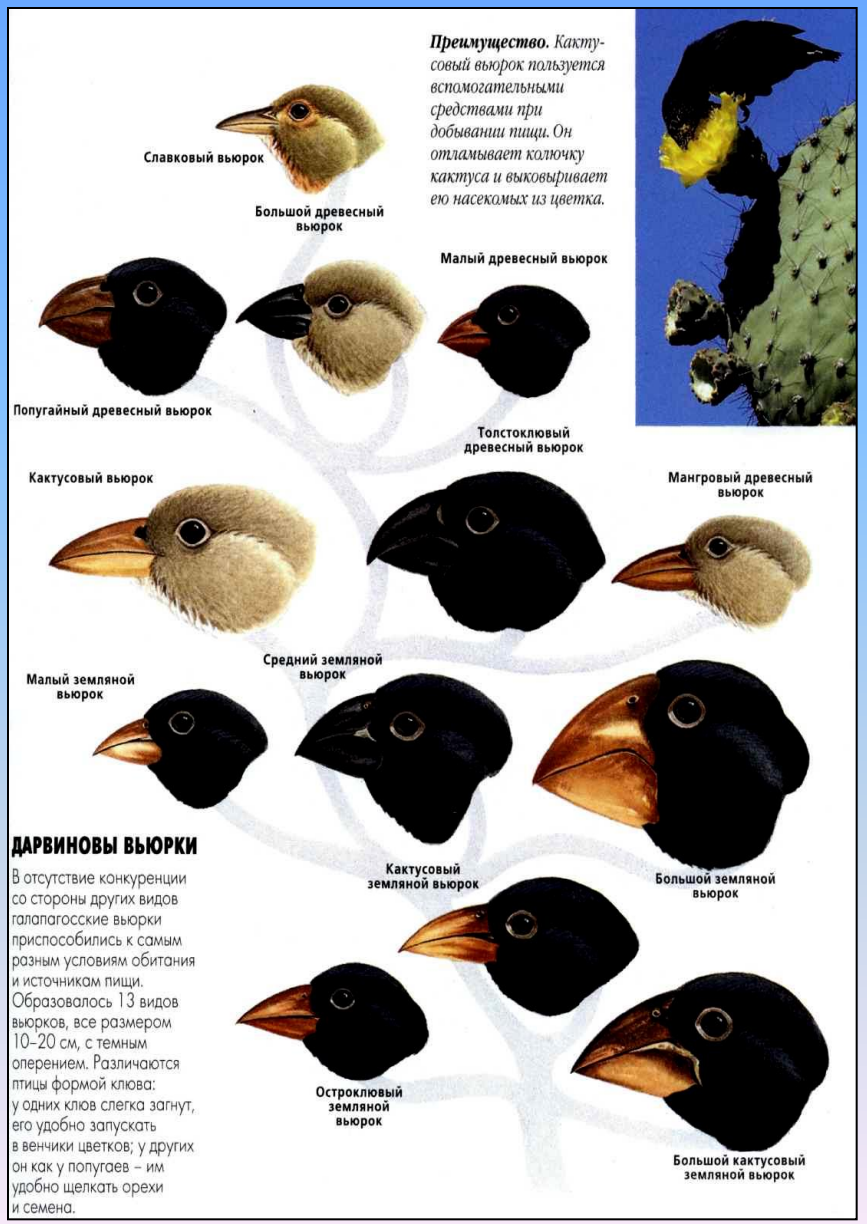
4. Естественный отбор

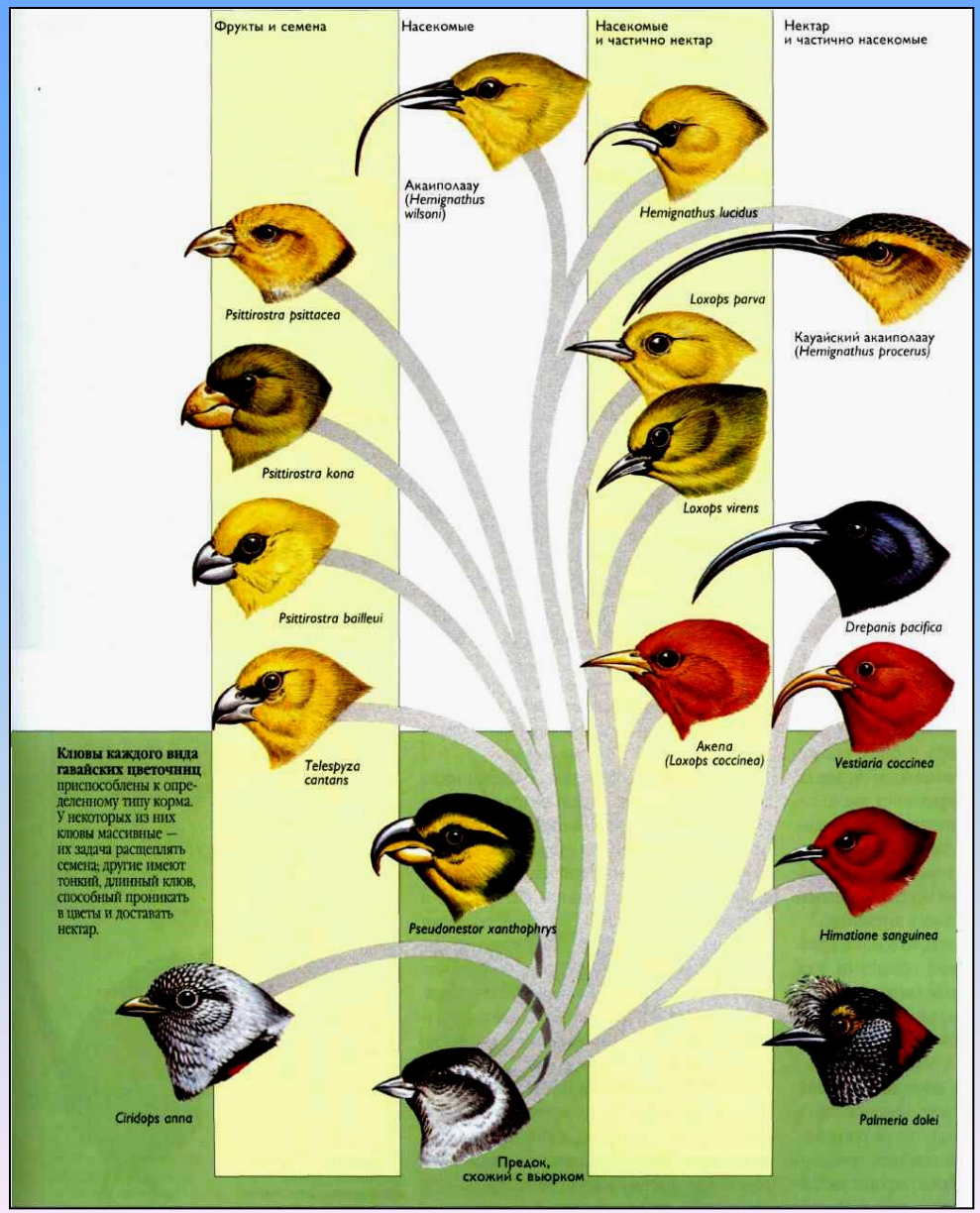
5. Происхождение адаптаций

6. Видообразование (монофилия и полифилия)

7. Половой отбор как частный случай естественного отбора

Дарвиновы вьюрки и гавайские цветочницы





ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ Ч.ДАРВИНА. ПРЕДПОСЫЛКИ ЭВОЛЮЦИИ. ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Изменчивостью **называют** ***способность живых организмов приобретать новые признаки и свойства.***

Благодаря изменчивости, организмы могут приспосабливаться к изменяющимся условиям среды обитания.

Различают два типа изменчивости:

Ненаследственная, **или** ***фенотипическая***, **— изменчивость, при которой изменений генотипа не происходит. Ее так же называют** ***групповой***, ***определенной***.

Наследственная, **или** ***генотипическая***, ***индивидуальная, неопределенная*** **— изменения признаков организма, обусловленные изменением генотипа; она бывает:**

- ***мутационной*** **— возникающей в результате внезапного изменения состояния генов или хромосом;**
- ***комбинативной*** **— возникающей в результате образования и слияния половых клеток;**

ПРЕДПОСЫЛКИ ЭВОЛЮЦИИ. ИЗМЕНЧИВОСТЬ

Дарвин различает две основные формы изменчивости: *групповую*, или *определенную* (модификационную по современной терминологии) и *индивидуальную, или неопределенную*.

Групповая изменчивость зависит от условий, в которых находятся организмы, при этом не происходит изменения генотипов особей, и наследования признаков не происходит. Например, масса крупного рогатого скота зависит от кормления; коровы при хорошем кормлении дают больше молока.

Для эволюции и для селекции важна только *наследственная изменчивость*, связанная с изменением не только фенотипа, но и генотипа.

Благодаря *наследственной изменчивости* любая популяция представляет собой сложную гетерогенную систему, в которой особи отличаются как по генотипу, так и по фенотипу. Это первая предпосылка для борьбы за существование и естественного отбора.

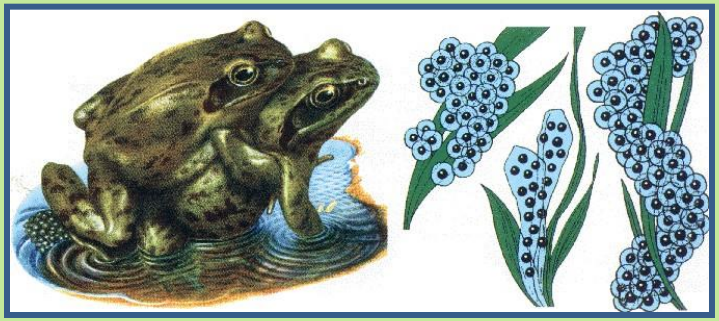
ПРЕДПОСЫЛКИ ЭВОЛЮЦИИ. РАЗМНОЖЕНИЕ

Дарвин обращает внимание на то, что организмы размножаются в геометрической прогрессии, оставляя после себя многочисленное потомство.

Например, одно растение мака дает 30 — 40 тыс. семян в год, лягушка выметывает до 10 тыс. икринок, осетр — 2 млн., луна рыба — до 300 млн. икринок.

Даже от таких медленно размножающихся животных, как пара слонов через 750 лет (по расчетам Ч.Дарвина) потомство составило бы 19 млн. особей (самки слонов приносят потомство в возрасте от 30 до 90 лет, причем рождают они за эти 60 лет в среднем 6 слонят).

Потомство от одной дафнии за лето может быть более 10^{30} особей, что превосходит массу Земли.



БОРЬБА ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ

Несоответствие между возможностью видов к размножению в геометрической прогрессии и ограниченностью ресурсов **приводит к** ***борьбе за существование*****.**

Дарвин выделял три основные формы борьбы за существование: ***внутривидовую, межвидовую и борьбу с неблагоприятными условиями среды.***

Внутривидовая борьба протекает наиболее остро**, так как особям одного вида приходится конкурировать за одинаковые потребности: за пищу, территорию, самку. Преимущественно выживают те из них, которые наиболее приспособлены к данным конкретным условиям среды.**

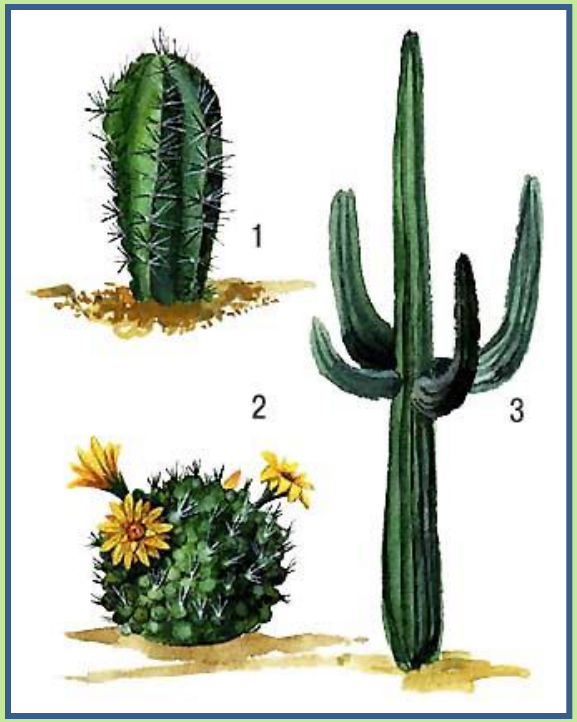
Хищничество, паразитизм, конкуренция **и любые другие межвидовые отношения — все это примеры** ***межвидовой борьбы*****.**

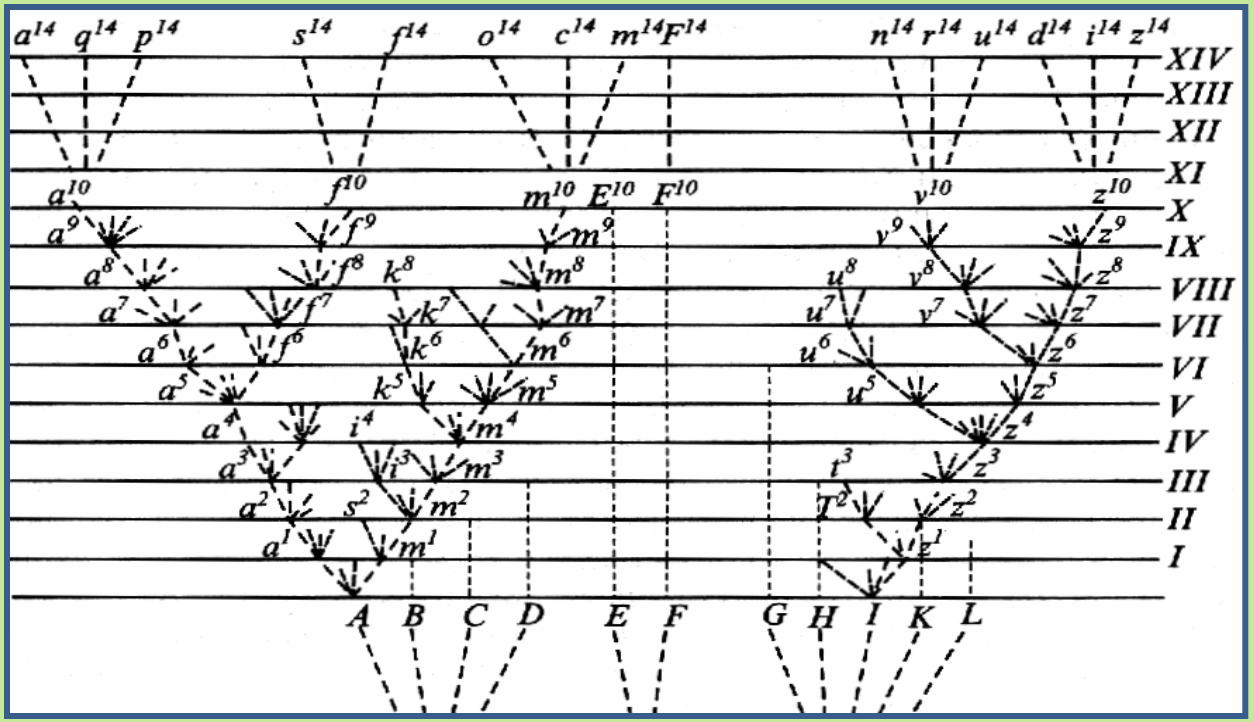
Дарвин указывает, что конкуренция происходит наиболее остро у близких видов, которые имеют одинаковые потребности, при этом обычно наблюдается вытеснение одного вида другим (*принцип конкурентного исключения Гаузе*). Например, серая крыса, которая крупнее и агрессивнее, вытесняет с мест своего обитания черную крысу.

БОРЬБА ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ

На выживаемость организмов оказывают огромное влияние *факторы окружающей среды* — температура, влажность, освещенность и др. Результатом этой борьбы является *выживание особей с наиболее благоприятными для данных условий жизни наследственными изменениями.*

В результате борьбы за существование и естественного отбора происходит *дивергенция* – расхождение признаков, которое заканчивается образованием новых видов.





История эволюционного учения

Заполните таблицу, сравнив искусственный и естественный отбор

Показатели для сравнения	Искусственный отбор	Естественный отбор
1. Материал для отбора		
2. Характер индивидуальных различий у отбираемых особей		
3. Судьба особей – обладателей неблагоприятных изменений		
4. Судьба особей – обладателей благоприятных изменений		
5. Фактор отбора		
6. Характер действия отбора		
7. Скорость действия отбора		
8. Результат отбора		

История эволюционного учения

Эволюционная палеонтология, эмбриология и филогения

В.О. Ковалевский – основоположник эволюционной палеонтологии, эволюция семейства лошадиных

А.О. Ковалевский – эмбриогенез ланцетника, ранние стадии развития асцидии, филогенетическая близость беспозвоночных и позвоночных

Э. Геккель – метод тройного параллелизма (сопоставление данных сравнительно-морфологических, эмбриологических и палеонтологических исследований), биогенетический закон, первое филогенетическое древо жизни, эволюционная систематика

История эволюционного учения

Эколого-морфологическое и эколого-физиологическое направления

Г. Бэтс – явление мимикрии

А.Уоллес, Ф. Мюллер, А. Вейсман – изучение пассивных адаптаций

К.А. Тимирязев – процесс фотосинтеза

И.И. Мечников – явление фагоцитоза, учение об иммунитете, гипотеза фагоцителлы

Экспериментальные исследования движущих сил эволюции

С.И. Коржинский – изменчивость у растений

Де Фриз – учение о мутациях

С.И. Коржинский, В.Л. Комаров, Н.В. Цингер – экологические расы у растений

История эволюционного учения

В. Иогансен – экспериментальное направление в генетике, представление о биотипах

Т. Морган – основы хромосомной теории наследственности

Э. Бауэр, С.С. Четвериков – основы популяционной генетики

А.С. Серебровский – основы эволюционной генетики

Г.Д. Карпетченко – опыты по гибридизации

Р. Фишер, Дж. Холдейн, С. Райт – основы математической теории эволюции

Г.Ф. Гаузе – опыты по изучению борьбы за существование

В.Н. Сукачев – доказательства борьбы за существование в экспериментальных посадках растений

Ф.Г. Добжанский – «Генетика и происхождение видов» (1937) – мутации, рекомбинации, миграция, изоляция

И.И. Шмальгаузен – «Факторы эволюции» (1946) – о соотношении онтогенеза и филогенеза, формы естественного отбора.

История эволюционного учения

Дж. Гексли – «Эволюция. Современный синтез» (1942) – концепция прогрессивной эволюции

Э. Майр – (1942) – основы концепции «Систематика и происхождение жизни» вида, критерии вида

А.Н. Северцов – основы учения об изменениях онтогенеза как источнике филогенетических преобразований, главные направления филогенеза, закономерности прогрессивного развития, способы функционального преобразования органов

Дж. Симпсон – синтез палеонтологии с теорией эволюции, генетикой и экологией

О. Эвери – открытие явления генетической рекомбинации

Дж. Крик, Дж. Уотсон – расшифровка структуры ДНК

Ф. Айала – комплексные исследования в области популяционной и эволюционной генетики

Н.В. Тимофеев-Ресовский, С.С. Шварц, Э. Пианка – развитие эволюционной экологии

Синтетическая теория эволюции

1. Элементарный эволюционный материал – мутации. Мутационная изменчивость носит случайный характер и поставляет материал для отбора.

2. Ведущим движущим фактором эволюции является естественный отбор, основанный на отборе случайных и мелких мутаций.

3. Наименьшая единица эволюции – популяция.

4. Эволюция носит, в основном дивергентный характер, т.е. один таксон может стать предком нескольких дочерних таксонов, но каждый вид имеет единственный предковый вид, единственную предковую популяцию.

5. Обмен аллелями возможен лишь внутри вида, т.е. вид – генетически целостная и замкнутая система.

6. Видообразование – это поэтапная смена одних временных популяций другими временными популяциями.

7. Макроэволюция идет только путем микроэволюции.

8. Каждая систематическая единица должна иметь единственный корень, т.е. монофилетическое происхождение.

9. Эволюция непредсказуема, не направлена к некой конечной цели.

Синтетическая теория эволюции

Популяция – элементарная единица эволюции

Характеристики популяции: 1) Численность, 2) Плотность; 3) Рождаемость; 4) Смертность; 5) Прирост; 6) Темп роста

Организация популяций: 1) Половозрастная структура; 2) Пространственно-этологическая структура

Генофонд популяции – вся сумма аллелей популяции

Частоты аллелей – определяются через число организмов данной популяции, несущих определенный аллель. Зная частоты аллелей по уравнению Харди-Вайнберга можно определить частоты генотипов

Мутационная изменчивость – генные (точечные), хромосомные: изменения в структуре хромосом (делеции, дупликации, инверсии, транслокации), изменения в числе хромосом (центрическое слияние, центрическое разделение, анэуплоидия, моноплоидия и полиплоидия)

Рекомбинации – перераспределения генов в гомологичных и негомологичных хромосомах (кроссинговер, реципрокный обмен, транслокации)

Норма реакции генотипа – способность генотипа образовывать фенотипы, соответствующие условиям среды

Синтетическая теория эволюции

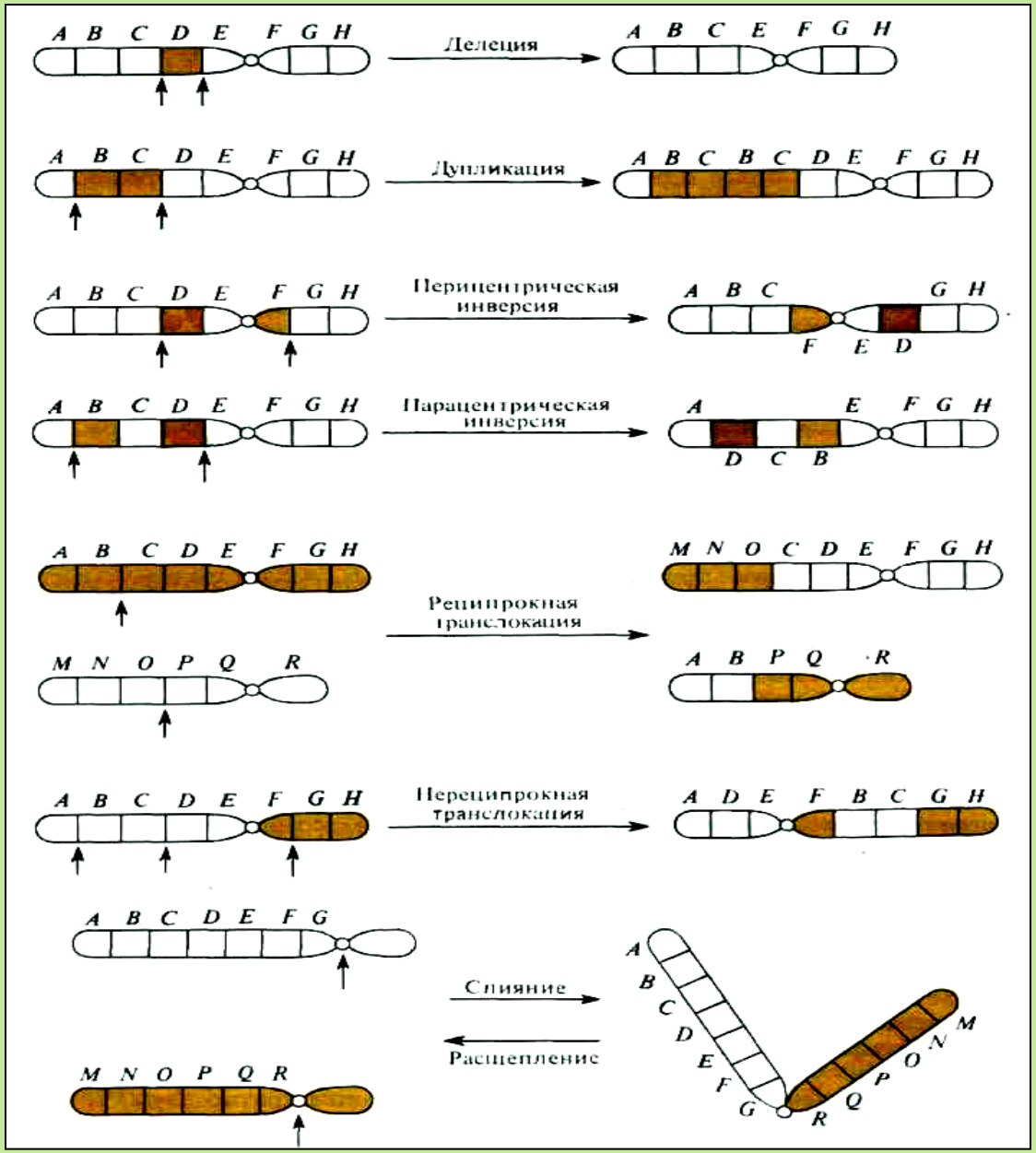
Делеция **– выпавший из хромосомы участок.**

Дупликация **– удвоение какого-либо участка хромосомы.**

Инверсии, транслокации **– меняют расположение генов в хромосоме.**

При *центрическом слиянии* из двух хромосом, соединившихся своими центромерами, образуется одна.

Центрическое разделение **(диссоциация) – процесс, обратный слиянию: одна хромосома разделяется на две**



Синтетическая теория эволюции

Дрейф генов – случайные изменения частот генов (аллелей) в популяции

Принцип основателя – следствие дрейфа генов

Миграция: 1) перемещение за пределы материнской популяции; 2) переселение, за которым следует либо обновление генофонда другой популяции, либо образование новой самостоятельной популяции

Поток генов – обмен генами между популяциями одного вида в результате панмиксии

Интрогрессия генов – обмен генами между популяциями разных видов

Динамика численности популяций – колебания численности (популяционные волны): периодические, непериодические, вспышки численности, резкие непериодические колебания численности, связанные с природными и антропогенными катастрофами

Изоляция: 1) географическая, 2) биологическая (экологическая, морфофункциональная, этологическая, генетическая, сезонная)

Синтетическая теория эволюции

Факторы эволюции: дрейф генов

Дрейф генов как фактор эволюции был раскрыт российскими учеными генетиками Н.П.Дубининым и Д.Д.Ромашевым и зарубежными учеными американцем С.Райтом и англичанином Р.Фишером.

Он касается малочисленных популяций с генофондом, ограниченным небольшим количеством генотипов в популяции. Генофонд таких популяций, в силу различных процессов, через несколько поколений может резко измениться, изменится частота встречаемости аллелей различных генов.

С.Райт экспериментально доказал это. Скрестив две линии мух – с красными глазами и белыми глазами он получил гибридов с красными глазами и генотипом Аа. Соотношение аллелей А и а было 1:1.

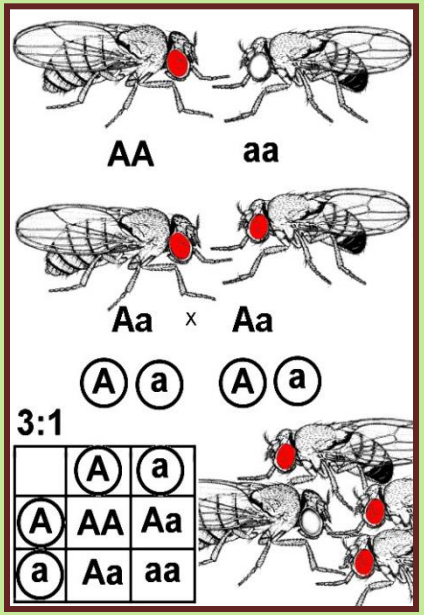
С.Райт посадил в пробирки по две пары гетерозиготных по аллелю А (Аа) особей. В потомстве от гибридов ожидалось ¾ особей с красными глазами, ¼ - с белыми.

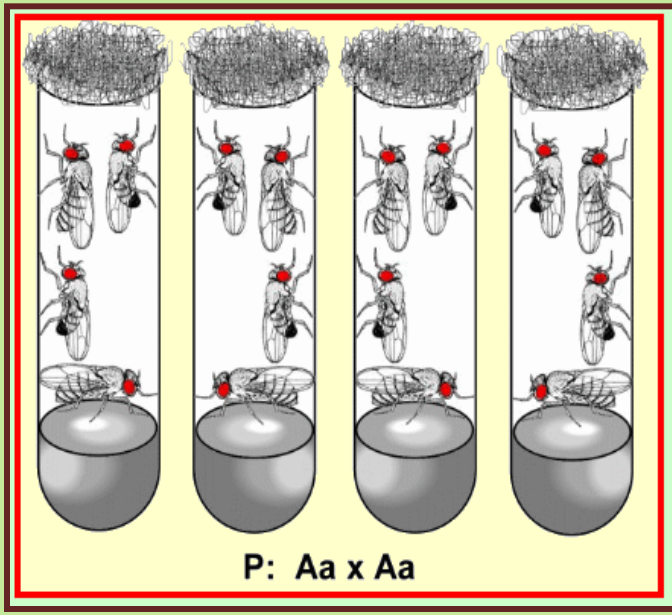
Синтетическая теория эволюции

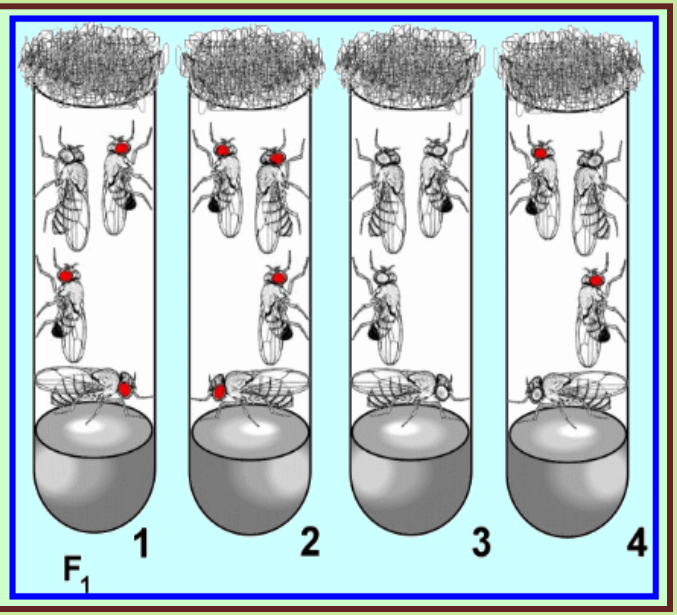
Факторы эволюции: дрейф генов

Через 16 поколений оба аллеля оказались в различных соотношениях в 26 популяциях из 96 исходных, в 29 популяциях был утрачен доминантный аллель *A*, в 41 популяции был утрачен аллель *a*.

***Процесс случайного ненаправленного изменения частот аллелей в популяции получил название дрейфа генов*, что сказывается на дальнейшей эволюции вида.**







Синтетическая теория эволюции

Факторы эволюции: эффект основателя, популяционные волны.

Другой сходный процесс американский биолог Э.Майр назвал *эффектом основателя*. *Популяции многих видов, обитающие в труднодостижимых местах, происходят от одной или нескольких особей и частоты аллелей в таких популяциях могут сильно отличаться от частот генов в исходных популяциях.*

Например, частоты аллелей I^A и I^B у коренного населения Северо-Восточной Азии колеблются в пределах от 5 до 30%, а американских индейцев предками которых были монголоидные племена, проникшие по Берингийскому мосту на Аляску оба аллеля отсутствуют или крайне редки.

В любой популяции происходят *периодические колебания численности особей*, причинами которых служат различные абиотические и биотические факторы среды.

Наиболее ярко это проявляется у быстроразмножающихся видов, например у мышевидных грызунов примерно раз в 4 года численность возрастает многократно. Затем вновь происходит резкий спад численности.

Синтетическая теория эволюции

Факторы эволюции: популяционные волны.

Причины уменьшения численности различны — это и недостаток кормовой базы, и пресс хищников, численность которых при обильном питании резко возрастает, и вспышки эпидемий, и природные катаклизмы. Например, при половодье или наводнении погибает большая часть популяции грызунов, генофонд ее при этом резко и случайно изменяется.

Изменяется и частота встречаемости различных аллелей генов, частота встречаемости редких аллелей при этом может резко возрасти.

Причины уменьшения численности различны — это и недостаток кормовой базы, и пресс хищников, численность которых при обильном питании резко возрастает, и вспышки эпидемий, и природные катаклизмы. Например, при половодье или наводнении погибает большая часть популяции грызунов, генофонд ее при этом резко и случайно изменяется.

Изменяется и частота встречаемости различных аллелей генов, частота встречаемости редких аллелей при этом может резко возрасти.

Синтетическая теория эволюции

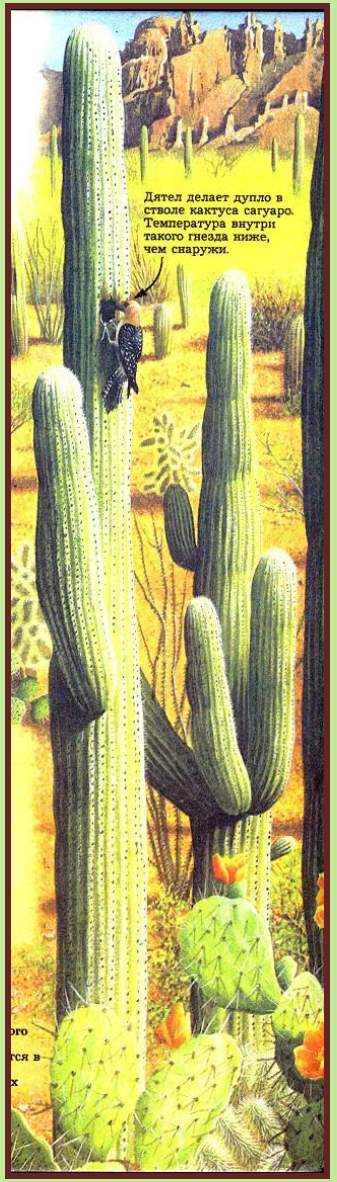
Факторы эволюции: популяционные волны.

Резкие возрастания численности часто наблюдаются при попадании видов в новые условия обитания, где благоприятные условия и отсутствуют хищники и паразиты. Так, например, было с распространением опунции и расселением кроликов в Австралии.

Опунцию завезли в Австралию и использовали в качестве живой изгороди, в отсутствии естественных врагов она расселилась и резко сократила полезные площади пастбищ.

Это нашествие смогли остановить только с помощью гусениц кактусовой моли, специально привезенной с Американского континента. Благодарные австралийцы даже поставили памятник этому насекомому.

Подобная же история случилась и с кроликами, когда в Австралии в 1859 году выпустили 12 пар кроликов. Через 40 лет их количество составляло несколько сотен миллионов особей. Справиться смогли только с помощью вирусной инфекции — выпускали в популяции кроликов, зараженных вирусом миксоматоза. Первое время смертность во многих популяциях была стопроцентной, однако впоследствии она снизилась, вероятно появились линии кроликов, невосприимчивые к болезни.



Синтетическая теория эволюции

Факторы эволюции: изоляция.

Важным фактором эволюции является и *изоляция*, препятствующая свободному скрещиванию особей различных популяций.

Наследственная изменчивость…

поставляет и распространяет мутации,

популяционные волны и дрейф генов…

меняют частоту встречаемости различных аллелей,

естественный отбор приводит к …

преимущественному выживанию особей с определенными генотипами,

изоляция препятствует скрещиванию между особями разных популяций.

Синтетическая теория эволюции

Факторы эволюции: изоляция.

Обычно различают *географическую и экологическую* изоляцию. Географическая изоляция связана с возникновением естественных преград между популяциями одного вида. При этом не происходит распространения возникших мутаций за пределы популяции, что, в конечном счете, приводит к репродуктивной, изоляции — появлению новых видов.

Образование различных видов галапагосских вьюрков, сохранение яйцекладущих и сумчатых животных Австралии — результат изоляции. *Такое видообразование называется географическим.*

Экологическая изоляция связана с различными экологическими условиями, в которых обитают различные популяции.

Движущая форма отбора приводит к изменению генофонда популяций, расхождению признаков и, в конечном счете, образованию новых видов. Так, например, образовались различные виды лютиков.

Синтетическая теория эволюции

Факторы эволюции: изоляция.

Синтетическая теория эволюции

Факторы эволюции: изоляция.

Экологическая изоляция может вызываться несовпадением сроков размножения особей различных популяций, например, некоторые лососевые рыбы нерестятся через год, в четный год на нерест приходит одна популяция, в нечетный — другая.

Разные популяции форели озера Севан нерестятся в разных горных реках и ручьях, что также приводит к репродуктивной изоляции и может послужить начальным этапом видообразования, называемого *экологическим видообразованием*.

Синтетическая теория эволюции

Задание 1. **Какие формы изоляции являются наиболее надежной преградой к скрещиванию или воспроизводству полноценного гибридного потомства?**
Задание 2. **Определите способ изоляции, проанализировав следующие примеры:**

1) Суринамский мукоед (мелкий жучок, часто повреждающий сухие продукты питания) был случайно вывезен человеком из Евразии в Австралию, Южную Америку и Африку. Здесь он великолепно освоился и вошел в число массовых вредителей продовольственных запасов. Карантинные службы на протяжении уже более чем 100 лет тщательно контролируют ввоз и вывоз продуктов.

2) В озере Севан обитают 5 рас форели, размножение которых происходит в разные месяцы.

3) В результате транслокации группа особей в популяции кузнечика Морабы стала обладателями 17 хромосом (в норме – 15).

4) Самцы (хорошо видят, слабо светятся) и самки (плохо видят, ярко светятся) глубоководных червей полихет начинают одновременно светиться в период полового созревания. Загрязнение морских вод продуктами распада нефти привело к тому, что часть самок и самцов в популяции стали созревать в разное время.

Синтетическая теория эволюции

Движущие силы эволюции

Борьба за существование:

1) конкуренция (*трофическая, топическая, репродуктивная*);

2) прямая борьба (*аллелопатия, репродуктивная, с абиотическими факторами*)

Естественный отбор – *процесс избирательного выживания и размножения организмов, следствием которого является совершенствование адаптаций и видообразование благодаря накоплению и интеграции полезных изменений признаков*

Элиминация: *избирательная* (прямая, косвенная); *неизбирательная*

Формы естественного отбора

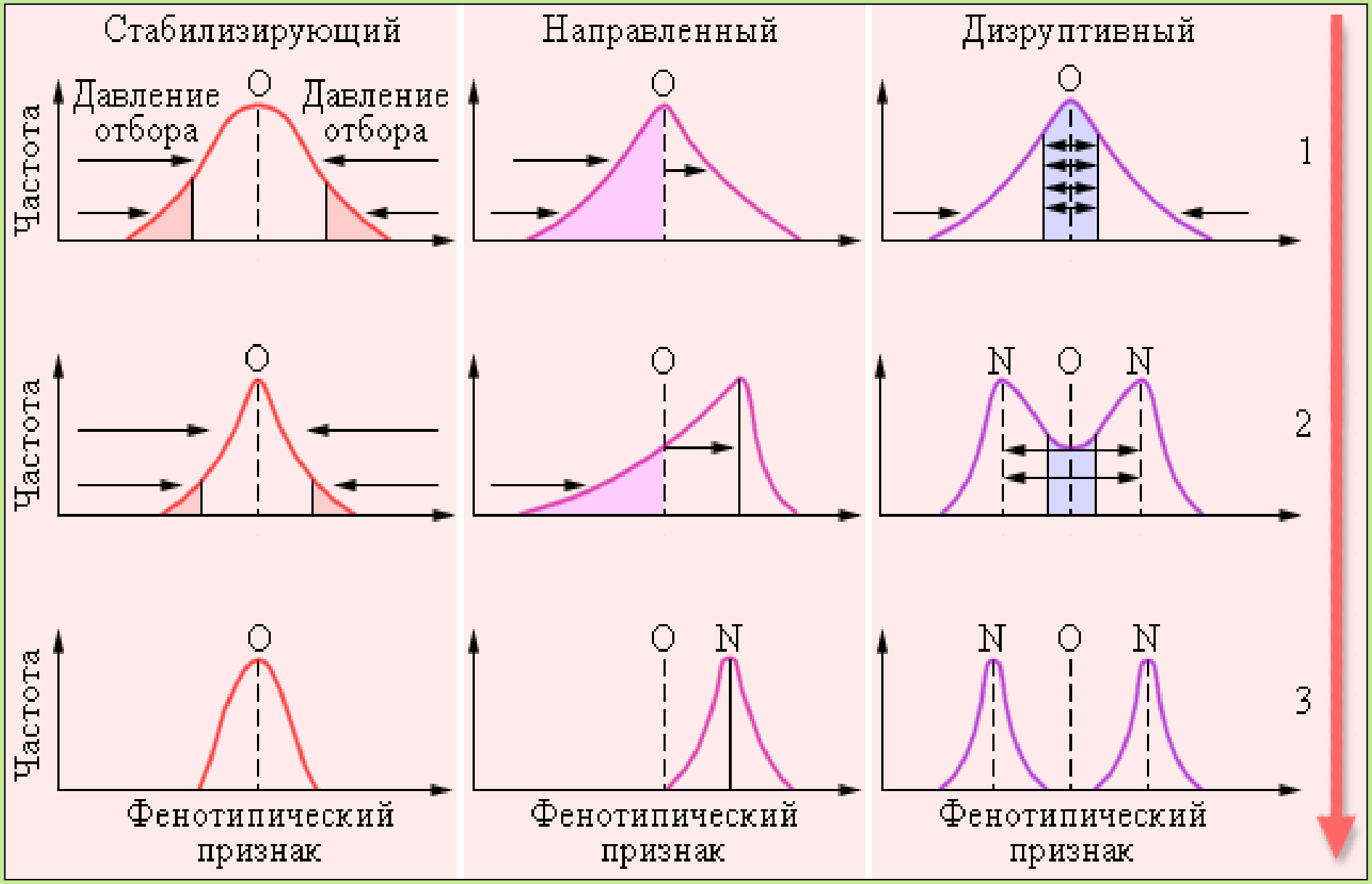
1. Движущий:

а) направленный, б) дизруптивный, в) транзитивный

2. Стабилизирующий:

а) канализирующий, б) нормализующий, в) уравновешивающий

Синтетическая теория эволюции



Синтетическая теория эволюции

Движущий (направленный) отбор

Механизм движущего отбора заключается в ***сохранении полезных уклонений от средней нормы, которые оказались приспособленными в новых условиях среды, за счет элиминации представителей прежней формы*****.**

От поколения к поколению в популяции происходит сдвиг средней величины признака.

После того как средний фенотип придет в оптимальное соответствие с новыми условиями среды, вступает в действие стабилизирующий отбор.

Синтетическая теория эволюции

Движущий (направленный) отбор

Движущая форма естественного отбора ***действует при изменении условий внешней среды и приводит к эволюционному изменению, оказывая на популяцию такое давление, которое благоприятствует увеличению в ней новых аллелей.***

Таким образом, генетическая основа движущего отбора – наследственная изменчивость популяций, а экологические причины – изменения в условиях среды.

Синтетическая теория эволюции

Движущий (направленный) отбор

Движущий отбор проявляется в трех основных формах.

1)* *Направленный отбор* заключается в *выживании и размножении адаптивных уклонений от прежней нормы в длительно и однонаправлено изменяющихся условиях среды.

Ярким примером служит выработка у микроорганизмов и насекомых устойчивости к антибиотикам и ядохимикатам (при воздействии ДДТ на популяцию комнатной мухи в продолжении лишь двух поколений выработалась устойчивость к яду, в 4000 раз превышающая исходную).

Синтетическая теория эволюции

Движущий (направленный) отбор

Примером утраты признака как результата действия движущего отбора могут служить редукция глаз у кротов, пещерных животных, утрата крыльев у некоторых птиц и насекомых, редукция корней и листьев у растений-паразитов, пищеварительной системы у ленточных червей.

Направленный отбор лежит в основе искусственного отбора, при котором избирательное скрещивание особей, обладающих желательными фенотипическими признаками, повышает частоту этих признаков в популяции.

Синтетическая теория эволюции

Движущий (дизруптивный) отбор

2) Дизруптивный отбор осуществляется на основе выживания и размножения более адаптивных крайних уклонений от нормы за счет элиминации средних ее вариантов.

Эта форма отбора, вероятно, встречается реже всего, но она может играть очень важную роль в возникновении эволюционных изменений.

Колебания условий среды, связанные, например, со сменой времен года и климатическими факторами, могут благоприятствовать наличию в данной популяции не одного, а двух или нескольких фенотипов.

Синтетическая теория эволюции

Движущий (дизруптивный) отбор

Давление отбора, действующее в самой популяции, может привести к отклонению фенотипов от среднего для данной популяции к обоим крайним типам.

В результате популяция окажется разделенной на две (или более) субпопуляции.

Если поток генов между ними нарушится, каждая из них может дать начало новому виду.

В некоторых случаях такая форма отбора приводит к появлению в одной популяции нескольких различных фенотипов – это явление, называемое *полиморфизмом*.

В пределах одного вида популяции с различными фенотипами, или *экотипы*, могут быть адаптированы к определенным условиям среды.

Синтетическая теория эволюции

Движущий (дизруптивный) отбор

Если вид занимает очень обширный географический ареал, у населяющих этот ареал популяций могут наблюдаться локальные изменения фенотипических признаков, в результате чего они становятся промежуточными между популяциями краевых областей.

Такой *непрерывный градиент постепенно изменяющихся признаков представляет собой обычно фенотипическую реакцию на изменение климатических и (или) почвенных условий* и известен под названием *клины*.

Синтетическая теория эволюции

Движущий (транзитивный) отбор

3) Транзитивный (переходный) отбор **заключается** ***в выживании и более интенсивном размножении особей вначале малочисленной формы, получившей преимущество над другой многочисленной формой.***

Такое название этой разновидности движущего отбора происходит от понятия «транзитивный полиморфизм»

Явление транзитивного полиморфизма лучше всего изучено на фактах индустриального меланизма у чешуекрылых (бабочка березовая пяденица).

Синтетическая теория эволюции

Движущий (транзитивный) отбор

Необходимо подчеркнуть ***три особенности, которые выделяют транзитивный отбор в качестве самостоятельной разновидности движущего отбора:***

1) транзитивный отбор, как правило, не накапливает постепенно полезные изменения признаков; он сразу стартует с готовой мутантной формы, е его действие сводится только к быстрому повышению и закреплению численности мутантов в популяции;

2) транзитивный отбор не расчленяет популяцию на две и более форм, как это характерно для дизруптивного отбора;

3) действие транзитивного отбора имеет обратимый характер: при смене условий среды на прежние соответственно изменится и направление отбора.

Синтетическая теория эволюции

Стабилизирующий отбор

Это одна из форм естественного отбора, ***благоприятствующая сохранению в популяции оптимального в данных условиях фенотипа и действующая против проявлений фенотипической изменчивости.***

Эта форма отбора ***направлена против крайних вариантов изменчивости и благоприятствует консервативной части популяции при длительном сохранении постоянных условий внешней среды.***

Теория стабилизирующего отбора разработана И. И. Шмальгаузеном в 1946 году.

Синтетическая теория эволюции

Стабилизирующий отбор

Стабилизирующий отбор может быть освещен с разных сторон в соответствии с его действием:

1) на стабилизацию процессов онтогенеза в ходе эволюции на основе сохранения адаптивной нормы в относительно постоянных условиях среды;

2) на сохранение средней нормы в резко изменяющихся и обратимых условиях среды;

3) на поддержание полиморфной структуры популяции (вида).

Синтетическая теория эволюции

Стабилизирующий (канализирующий) отбор

Выделяют три формы стабилизирующего отбора.

1) Канализирующий отбор.

Означает *выживание и размножение организмов с более устойчивыми механизмами онтогенеза*, способными противостоять случайным внутренним и внешним воздействиям, нарушающим сложившуюся адаптивную норму, т.е нормальное протекание процессов индивидуального развития.

Синтетическая теория эволюции

Стабилизирующий (канализирующий) отбор

Устойчивость онтогенеза обеспечивается, в частности, фотопериодическими реакциями – сезонными изменениями жизнедеятельности в ответ на изменение длины светового дня.

Фотопериодические реакции обеспечивают устойчивость онтогенеза, не позволяют организмам отвечать на случайные, губительные для них изменения условий среды.

Характерная особенность канализирующего отбора – создание механизмов индивидуального развития, все более независимых от случайных колебаний условий среды, т.е. в *автономизации онтогенеза*.

Синтетическая теория эволюции

Стабилизирующий (нормализующий) отбор

2) Нормализирующий (поддерживающий) отбор.

В природе наблюдаются случаи, когда *сохраняется норма вследствие элиминации уклонений от нее, однако наследственная основа ее не изменяется*.

При изучении плодовитости птиц было показано, что большие кладки не рациональны, так как родители не могут обеспечить пищей многочисленное потомство.

***Отбором устанавливается некоторая средняя величина кладки, как самая оптимальная* (для скворцов она составляет 5 яиц).**

Синтетическая теория эволюции

По механизму действия канализирующий и нормализирующий отбор сходны: в том и в другом случае сохраняются особи среднего типа.

Но, если канализирующий отбор ведет к преобразованию онтогенеза, в сторону все большей независимости его от случайных колебаний внешней среды и дезорганизующего действия мутаций путем наследственного закрепления адаптивной нормы, то нормализирующий отбор просто отсеивает уклонения от нормы и только сохраняет типичных ее представителей без влияния на их эволюцию.

Нормализирующий отбор, сохраняя среднюю норму, создает возможность для творческой деятельности канализирующего отбора по наследственному закреплению адаптивных модификаций в пределах нормы.

Синтетическая теория эволюции

Стабилизирующий (балансированный) отбор

3) Балансированный (уравновешивающий) отбор.

Заключается в *выживании внутривидовых форм, неравноценных между собой по приспособленности, но сосуществующих на одной территории благодаря полезности совместного их обитания для вида в целом*.

***Балансированный отбор направлен на поддержание внутривидового полиморфизма*.**

Синтетическая теория эволюции

Так, у наземной улитки существует множество форм, различающихся по окраске раковины (желтая, коричневая, красная, розовая, оранжевая и др.).

Обнаружилась тесная связь между условиями существования в разных частях ареала вида и приуроченностью к ним форм с определенной окраской раковины.

Основной хищник улиток – певчий дрозд, отыскивающий добычу с помощью зрения.

Этот биотический фактор вызвал и поддерживает устойчивый наследственный полиморфизм популяции по покровительственной окраске.

Одно из мест обитания улиток – смешанные лиственные леса.

Осенью и весной в них образуется подстилка из красно-бурых опавших листьев, и в этот период преобладают формы с бурыми и розовыми раковинами.

Летом подстилка становится зеленой и преимущество переходит к желтой форме.

Синтетическая теория эволюции

Задание 3.

Как бы Вы объяснили факт увеличения плодовитости (увеличение числа детенышей в помете) у многих млекопитающих (зайцев, мышей, полевок) на границах их ареалов?

Задание 4.

В чем причина каннибализма и уничтожения взрослыми своего потомства в следующих ситуациях: 1) мучные хрущаки при плотности популяции, превышающей оптимальную, поедают яйца, отложенные самками; 2) окунь в мелких речках и небольших озерах поедает собственных мальков; 3) суслики в неурожайные годы давят новорожденных детенышей или выкидывают их из нор.

Задание 5.

Ученые наблюдали, что в годы высокой численности сибирских леммингов, сокол-сапсан начинает атаковать животных прямо на земле (как известно, соколы ловят свою добычу в воздухе). С чем связано такое изменение поведения сокола?

Синтетическая теория эволюции

<u>Задание 6.</u> Установите соответствие между результатом отбора (из нижеследующего списка) и типом естественного отбора

1) При длительном произрастании в горах семена горной формы одуванчика утратили способность образовывать долинную модификацию

2) В результате загрязнения атмосферы в популяции березовой пяденицы стали преобладать меланистические (с темными крыльями) особи

3) В популяциях усачей *(Evodinus interrogationis)* и божьих коровок *(Harmonia axyridis)* одновременно существуют особи, различающиеся по окраске переднеспинки и надкрылий, а также по количеству и степени слияния пятен на этих частях тела

4) Микроорганизмы и многие насекомые в последние годы проявляют высокую степень устойчивости к ядохимикатам

5) Бабочки парусники *Papilio dardanus* имеют три мимикрирующие формы, каждая из которых имитирует определенный несъедобный вид бабочек-данаид

6) На некоторых континентах и островах Земли, в глубоких водах океанов и по сей день существуют виды – реликты давних эпох

7) Современные лошади и слоны возникли в ходе филетической эволюции под воздействием _____ отбора.

8) Заяц Алена (юг Центральной Америки) имеет более длинные уши и конечности по сравнению с полярным зайцем (север Канады)

Синтетическая теория эволюции

Адаптации и адаптациогенез

Организменные адаптации: ***морфологические*** **(мимикрия, защитные окраски, сложные адаптации)** ***физиологические***, ***этологические***.

Видовые адаптации: ***конгруэнции*** **(репродуктивные, трофическая кооперация, конституциональная кооперация),** ***мутабильность***, ***численность*** **и** ***оптимальная плотность***, ***внутривидовой полиморфизм***.

Элементарное адаптационное явление – ***появление селективно ценного генотипа***.

Синтетическая теория эволюции

Адаптации и адаптациогенез

Адаптациогенез:

1) инадаптивная фаза – происходит значительная элиминация особей, не «соответствующих» изменившимся условиям среды;

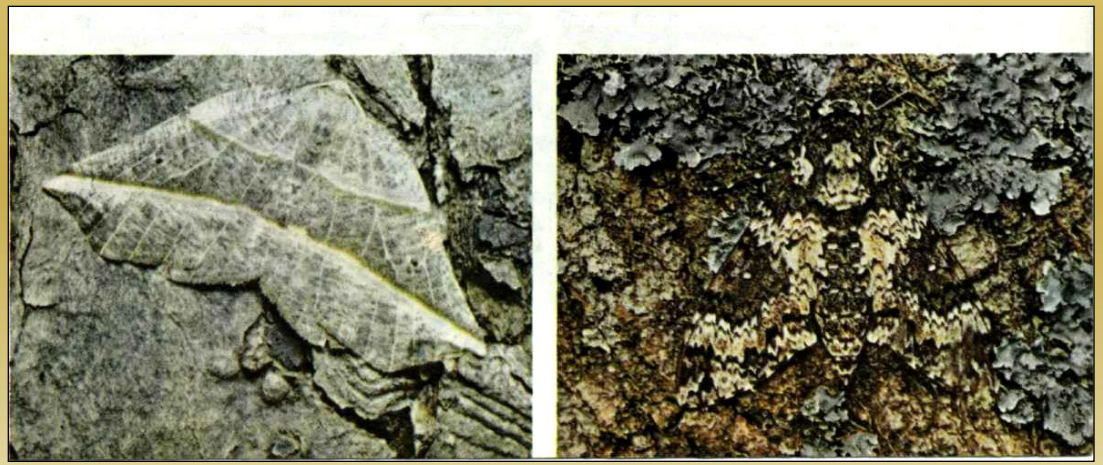
2) преадаптивная фаза – существование определенных качеств, полезных при возможных изменениях среды;

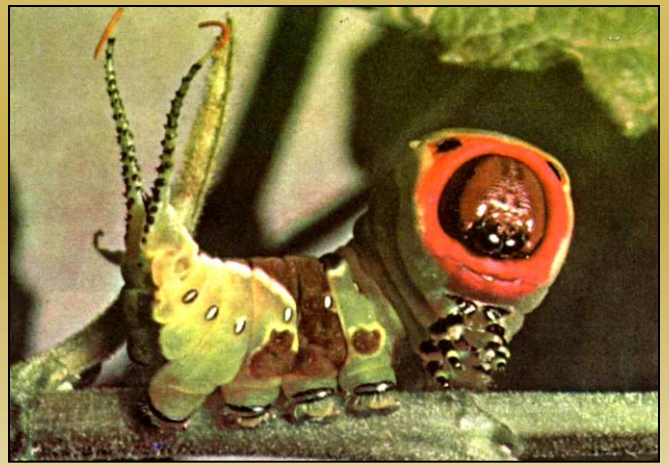
3) постадаптивная фаза – усовершенствование имеющихся адаптаций

Относительность органической целесообразности – ***приспособления к одним условиям, к одному уровню организации перестают быть таковыми в других условиях, на других уровнях.***

Синтетическая теория эволюции

Мимикрия, покровительственная и предостерегающая окраски





Синтетическая теория эволюции

Разнообразие клювов птиц в связи со способом добывания пищи

Синтетическая теория эволюции

Вид и видообразование

Критерии вида: ***генетико-репродуктивный, физиолого-биохимический, морфологический, этологический, экологический, географический.***

<u>Задание 7.</u> Какому критерию вида соответствуют следующие признаки:

Признаки для анализа: 1) ареал вида; 2) размеры, форма тела, окраска; 3) нескрещиваемость с особями другого вида; 4) специфичность синтетических процессов; 5) приспособленность к определенным условиям существования; 6) набор хромосом и состав ДНК; 7) образ жизни; 8) специфическое поведение; 9) определенные сроки размножения; 10) тип питания и избирательность в питании; 11) суточная активность; 12) строение белковых молекул; 3) особенности строения и формула зубов; 14) частота возникновения мутаций; 15) средний показатель численности; 16) размер яиц (икринок); 17) существование географических рас и их число; 18) сумма эффективных температур развития (для пойкилотермных); 19) средняя продолжительность жизни особей; 20) забота о потомстве; 21) экологический спектр вида; 22) строение семян; 23) плодовитость; 24) температура тела (у теплокровных); 25) норма реакции генотипа на температурные колебания.

Синтетическая теория эволюции

Структура вида

Аллопатрические формы: ***популяция, экологическая раса, географическая раса***

Симпатрические формы: ***экоэлемент, изореагент, биотип***

Задание 8. Определите форму изоляции и возможный путь видообразования

1. В популяциях фиалки одни растения предпочитает кислые почвы, а другие – известковые.

2. В популяциях пауков самки различным образом реагируют на ритуальные танцы самцов.

3. У большого погремка в популяции представлены раннецветущие и поздноцветущие особи.

4. Существует четко выраженный полиморфизм по размерам и строению копулятивных органов у жуков-листоедов.

Синтетическая теория эволюции

Задание 8. (продолжение). Определите форму изоляции и возможный путь видообразования

5. У широко распространенного на территории Евразии ландыша существуют кавказская, закавказская, европейская, забайальская и дальневосточная популяции.

6. У ястребинки существуют габитуально различные горная, долинная и лесная формы.

7. Севанская форель имеет пять рас, нерестящихся в разное время и в разных местах.

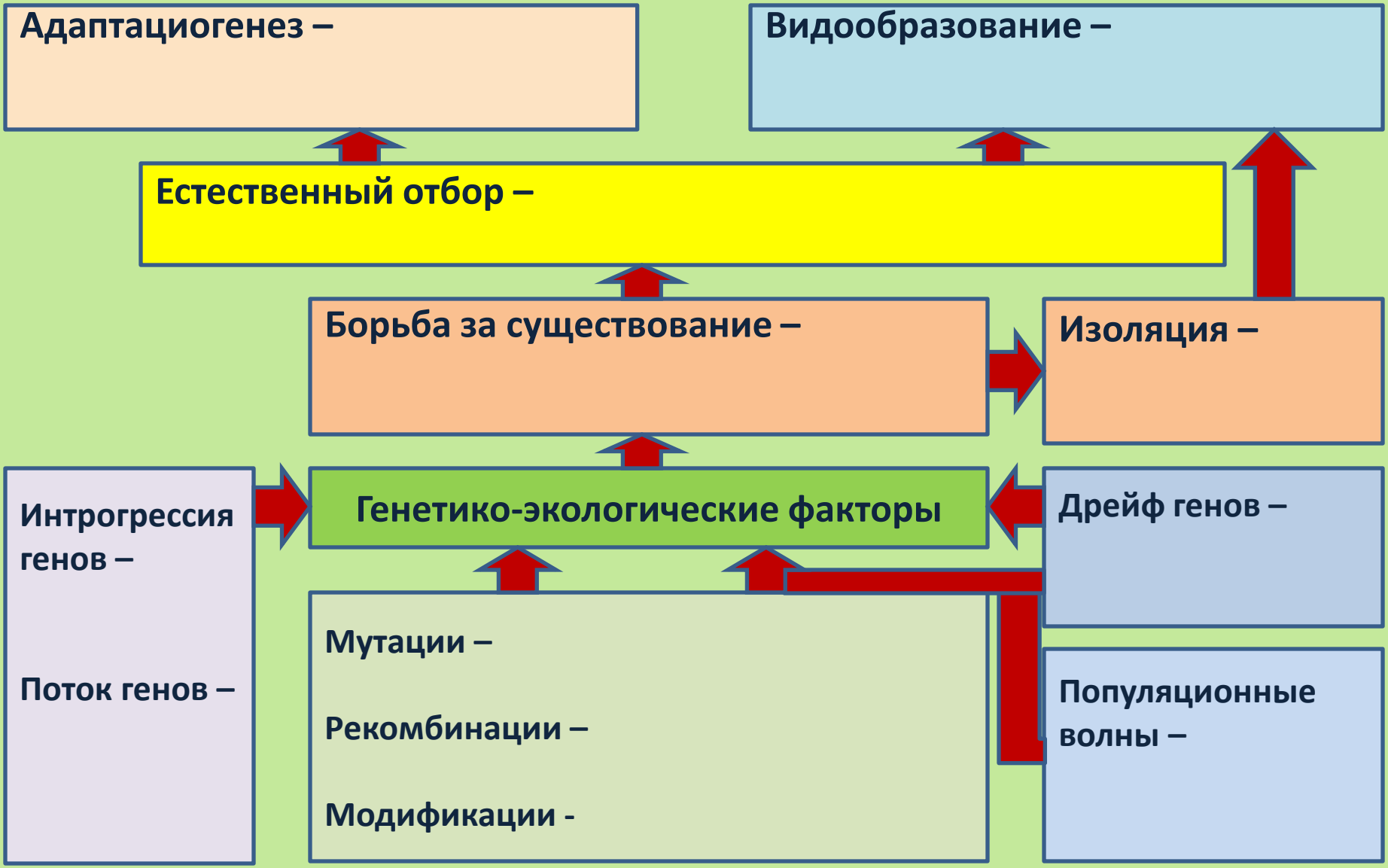
8. В пределах обширного ареала бабочка-аполлон образует множество локальных популяций, приуроченных к горным местностям.

9. У бабочек пядениц в популяции существуют меланистические и светлоокрашенные особи.

10. В популяциях насекомых на Гавайских островах есть особи крылатые и бескрылые.

Синтетическая теория эволюции

Задание 9. Заполните схему микроэволюционного процесса



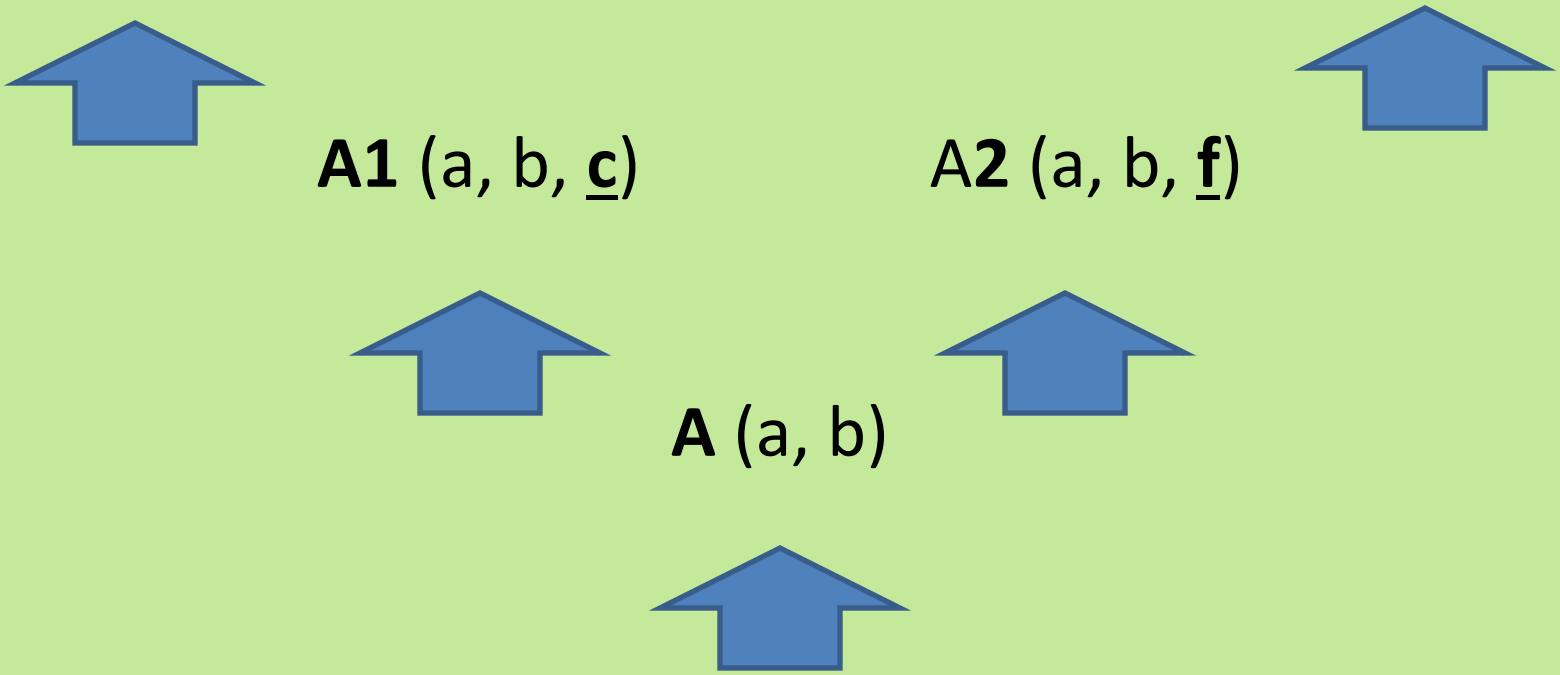
Синтетическая теория эволюции

МАКРОЭВОЛЮЦИЯ

Дивергенция – независимое образование различных признаков у родственных организмов. **В результате этого процесса образуются гомологичные органы**

A1* (a, b, **c, d**)

A2* (a, b, **f, g**)



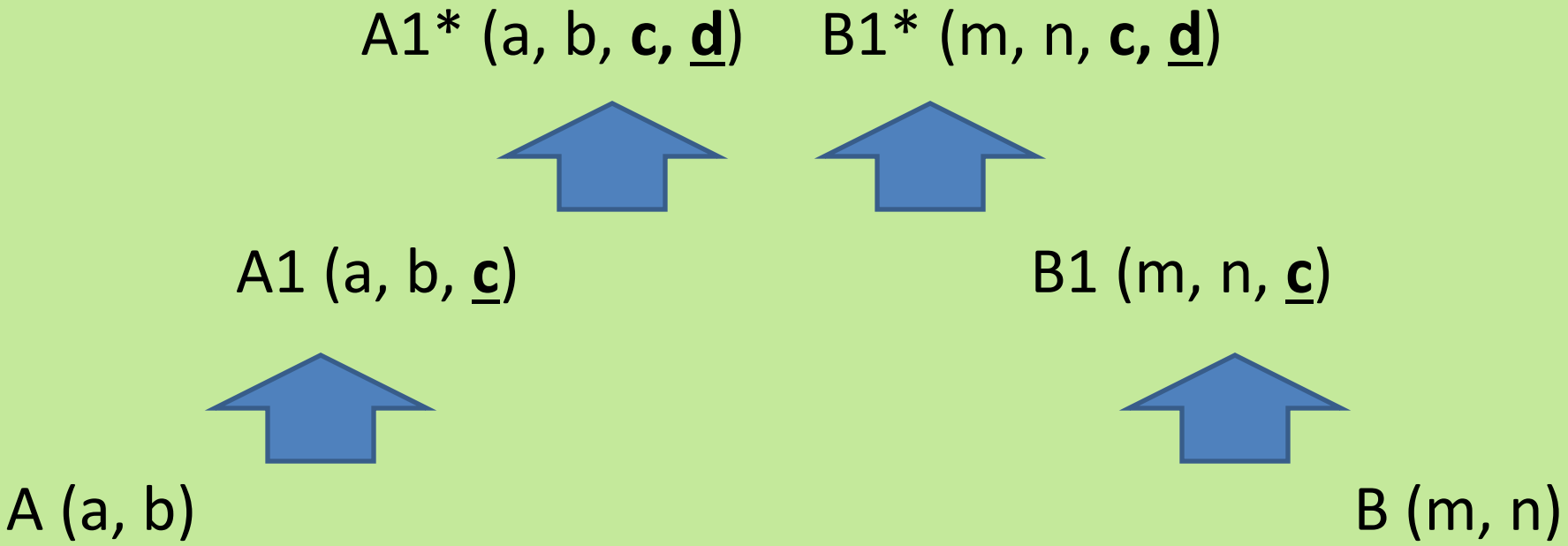
A1 (a, b, **c**)

A2 (a, b, **f**)

A (a, b)

Синтетическая теория эволюции

***Конвергенция** – независимое образование сходных признаков у неродственных организмов.* **В результате этого процесса образуются аналогичные органы**



Синтетическая теория эволюции

Явление биологической конвергенции

Оба вида занимают на разных материках одну и ту же экологическую нишу, питаются исключительно листвой ограниченного числа видов деревьев

Синтетическая теория эволюции

***Параллельная эволюция** – независимое образование сходных признаков у родственных организмов.*

Образуются гомойологичные органы

A1 ** (a, b, c, **e, g**)

A2 ** (a, b, d, **e**, **g**)

A1* (a, b, c, **e**)

A2* (a, b, d, **e**)

A1 (a, b, **c**)

A2 (a, b, **d**)

A (a, b)

Синтетическая теория эволюции

Что является гомологией, аналогией, гомойологией?

1. Крылья летучей мыши и бабочки.
2. Роющие конечности крота и медведки.
3. Колючки кактуса, иглы барбариса, усики гороха.
4. Колючки белой акации и боярышника.
5. Сходство резцов у грызунов и зайцеобразных.
6. Глаз головоногого моллюска и млекопитающего.
7. Приспособления к плаванию у моржей, котиков.
8. Развитие признаков земноводных в разных группах кистеперых рыб.
9. Плавники акулы и дельфина.
10. Приспособления к полету у летающих рыб, летающих лягушек, белки летяги и летуна.
11. Чешуя рептилий, перья птиц, волосы млекопитающих.
12. Гиомандибуляре у рыб и стремечко у млекопитающих.

Синтетическая теория эволюции

***Морфофизиологический прогресс** – усложнение и усовершенствование организации.*

***Арогенез** – этап эволюционного процесса, характеризующийся появлением и развитием **ароморфозов** и, как правило, сопровождающийся **адаптивной радиацией** крупных групп организмов.*

***Биологический прогресс** – процветание вида и группы в целом.*

Морфофизиологический регресс (катаморфоз)** – регрессивное преобразование организмов при переходе их к более простым условиям существования, лежащее в основе **катанегеза.

***Биологический регресс** – эволюционный упадок данной группы организмов, которая не смогла приспособиться к изменению условий внешней среды или не выдержала конкуренции с другими группами; характеризуется уменьшением числа особей в данном таксоне, сужением его ареала, уменьшением числа подчиненных систематических групп.*

Синтетическая теория эволюции

***Теломорфоз** – специализация организмов, вызванная переходом к относительно узким условиям обитания*

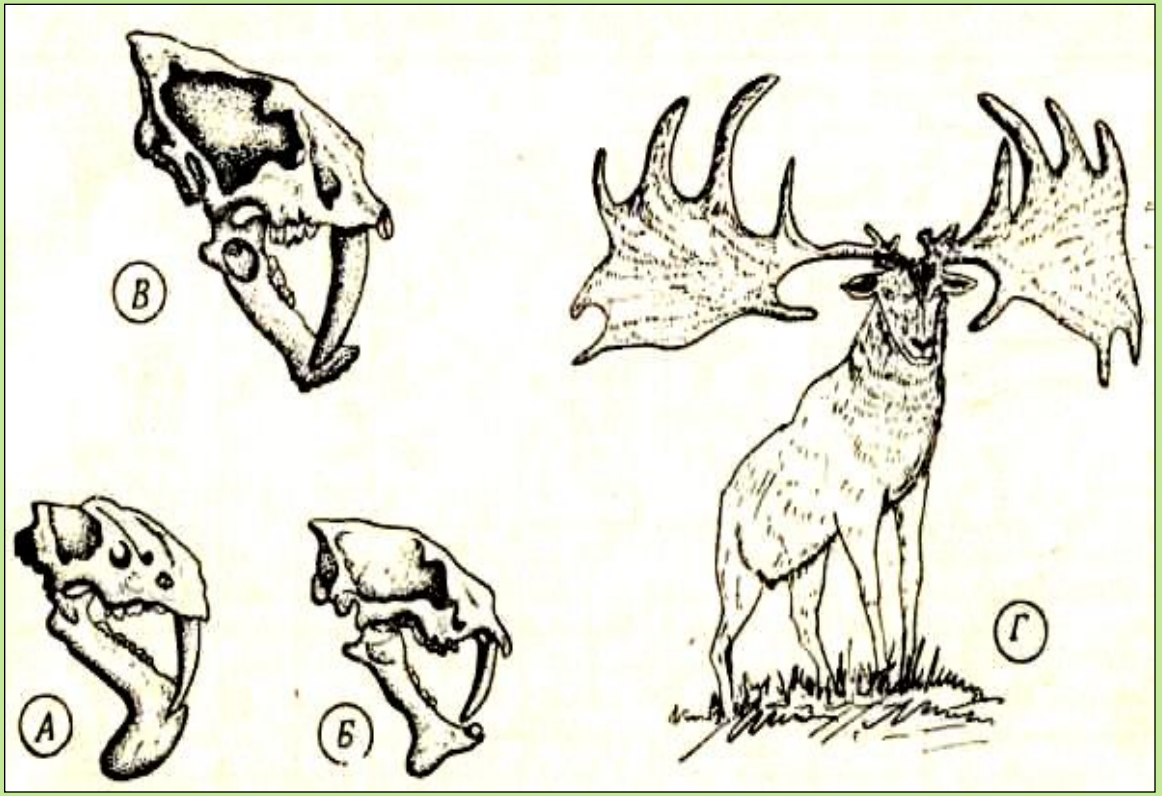
***Гиперморфоз** – переразвитие органов, обусловленное изменением внешней среды или нарушением нормальных соотношений (корреляций) между частями организма*

А – гипертрофия верхних клыков у сумчатой куницы,

Б – то же у саблезубой кошки

В – то же у саблезубого тигра

Г – гигантский олень с размахом рогов свыше 3,5 м

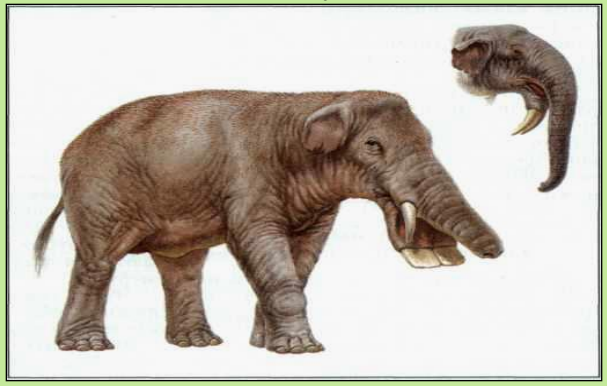


Синтетическая теория эволюции

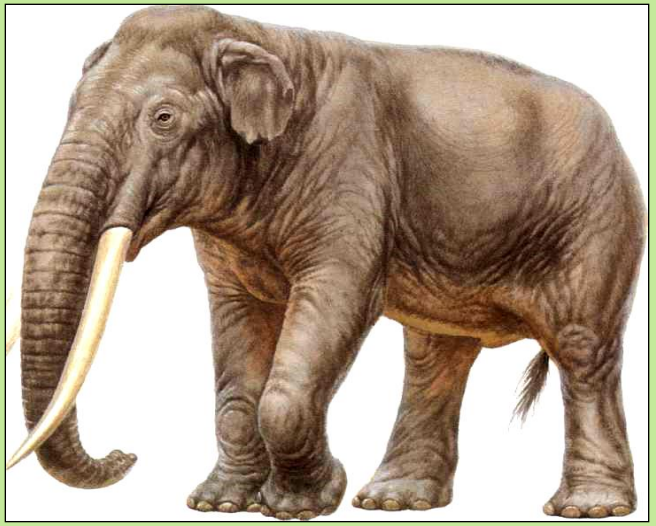
Эоцен (от 55 до 38 млн. лет назад) – ***меритерий***

Олигоцен (от 38 до 25 млн. лет назад) – ***фиомия***

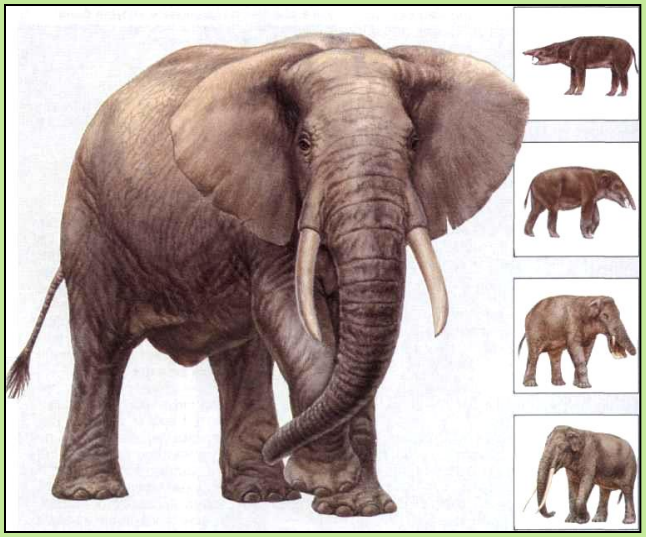
Миоцен (от 25 до 5 млн. лет назад) – ***платибелодон и дейнотерий***



Плиоцен (от 5 до 2 млн. лет назад) – ***стегодон***



Плейстоцен и голоцен (от 2 млн. лет назад) ***слон современного типа***



Синтетическая теория эволюции

Правило необратимости эволюции (Долло)

Эволюция – процесс необратимый и организм не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществленному в ряду его предков.

Правило прогрессирующей специализации (Депере)

Группа, вступившая на путь специализации, как правило, в дальнейшем будет идти по пути все более глубокой специализации.

Правило происхождения от неспециализированных предков (Коп)

Обычно новые крупные группы берут свое начало от неспециализированных предков.

Правило адаптивной радиации (Осборн)

Филогенез любой группы сопровождается разделением группы на ряд филогенетических стволов, которые расходятся в разных адаптивных направлениях от некоторого исходного среднего состояния.

Синтетическая теория эволюции

Правило чередования главных направлений эволюции (А.Н.Северцов)

Арогенная эволюция чередуется с периодом аллогенной эволюции во всех группах. Эволюция представляет собой процесс возникновения и развития новых и новых адаптаций – адаптациогенез. Одни из вновь возникающих адаптаций оказываются очень частными, и их значение не выходит за пределы узких условий. Другие дают возможность выхода группы в новую адаптивную зону и непременно ведут к быстрому эволюционному развитию групп в новом направлении.

Правило усиления интеграции биологических систем (И.И.Шмальгаузен)

Биологические системы в процессе эволюции становятся все более интегрированными, со все более развитыми регуляторными механизмами, обеспечивающими такую интеграцию.

Синтетическая теория эволюции

Темпы эволюции групп

Для каждого крупного таксона в идеале можно установить скорость эволюционных изменений.

Исходными точками для суждения об абсолютной скорости эволюции обычно называют:

1) хронология появления новых особенностей в палеонтологической летописи;

2) изменение скорости замены нуклеотидов или аминокислот,

3) прямые наблюдения над внутривидовыми изменениями.

В общем, группы, сохранившие примитивные признаки и низший уровень организации, старше других, т.е. средняя скорость их эволюции меньше.

Синтетическая теория эволюции

Темпы эволюции групп

Неизменные условия среды (например, в море), малая подвижность организма, отсутствие географических и климатических различий способствуют спокойному и ровному ходу эволюции у групп, которые давно прошли фазу своего быстрого развития.

Напротив, эволюция часто сильно ускоряется в случае подвижности организма и при изменении образа жизни.

Для хордовых – самого молодого типа животных – принимают возраст около 500 млн. лет, для классов этого типа – 460, для отрядов – около 200 млн. лет.

В эволюционной линии лошади за 45 млн. лет сменилось 8 родов (возраст рода около 5,6 млн. лет).

Синтетическая теория эволюции

Темпы эволюции групп

В зависимости от скорости эволюционных изменений Дж. Симпсон предложил различать три формы эволюции:

Брадителическая эволюция* характеризуется *медленными темпами филогенетических изменений.

Имеется много примеров живых ископаемых, существующих на Земле почти без изменения сотни миллионов лет. Это *филогенетические реликты*.

Почему же такие виды существуют? Стабильность окружающей среды и, главное, поддержание характерной организации связей со средой имеют громадное значение для сохранения видов неизменными.

Синтетическая теория эволюции

Темпы эволюции групп

Морское плеченогое Лингула существует в неизменном виде более 500 млн. лет (кембрий), мечехвост – обычный обитатель тропических прибрежных вод Юго-Восточной Азии в почти неизменной форме существует 350 млн. лет (девон).

Латимерия сохранила строение и форму представителей группы, вымершей примерно 300 млн. лет назад.

Особенно много реликтов в некоторых участках Мирового океана, в тропиках, где условия существования остаются стабильными на протяжении десятков миллионов лет.

Согласно Симпсону, все существующие ныне роды, возраст которых более 250 млн. лет, являются брадителическими.

Синтетическая теория эволюции

Темпы эволюции групп

Горонтелическая эволюция **характеризуется** ***средними темпами филогенетических изменений*****.**

Понятие «средние темпы» несколько условно, поскольку различия в скоростях эволюции разных групп оказываются относительно большими.

Так, средняя длительность существования рода двустворчатых моллюсков Пелецинод составляет 78 млн. лет, а наземных хищников вроде собачьих – 8 млн. лет, т.е. темп эволюции последних в 10 раз выше.

Синтетическая теория эволюции

Темпы эволюции групп

За время эволюции лошадиных в третичный период возникло 8 родов (в среднем по одному роду каждые 6 млн. лет).

Несмотря на разницу в скоростях эволюции этих трех групп организмов, все они характеризуются относительно небольшими, соизмеримыми темпами развития.

***Горонтелическая эволюция соответствует идиоадаптивному направлению*, так как адаптивная радиация на основе специализации адаптаций к частным условиям среды осуществляется чаще всего средними темпами.**

Синтетическая теория эволюции

Темпы эволюции групп

Тахителическая эволюция **отличается** ***быстрыми темпами*** **и проявляется, как правило, в массовом видообразовании.**

Она обусловлена проникновением ароморфной группы в новую среду обитания (адаптивную зону).

Большинство тахителических отрезков эволюции не зафиксировано в ископаемых остатках, что объясняют малыми размерами популяций, которые претерпевали быстрое развитие.

Синтетическая теория эволюции

Темпы эволюции групп

Лишь в нескольких благоприятных ситуациях сохранились палеонтологические данные тахителической эволюции (переход от стопохождению к пальцехождению у лошадиных, преобразования зубного аппарата).

Важно отметить, что та или иная форма эволюции вовсе не является характерной для определенных только групп организмов. Большинство из них развивались медленно, но на определенных отрезках филогенеза отдельных линий происходило их развитие с большими скоростями.

Комплекс современных наук, изучающих человека

Биосфера

Биология
Медицина
Психология
Палеонтология

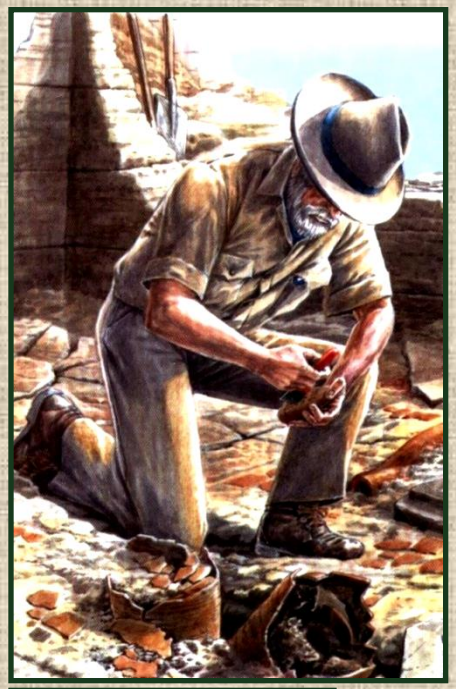
Антропология

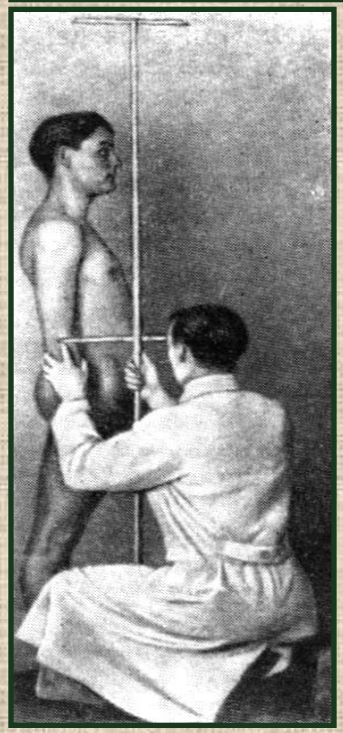
Анатомия
Генетика
Физиология
Археология

Демография
Лингвистика
Социология
История
Этнография
Философия

Этика
Педагогика
Политология
Эстетика
Экономика
Культуро-
логия

Ноосфера





Антропология

Термин *антропология* ввел еще Аристотель, применительно к науке о человеке.

Антропология* – *это фактически комплекс наук о человеке, как биологических, так и общественных.

Новое направление эта наука получила благодаря Ч. Дарвину, который доказал животное происхождение человека (от древнейших человекообразных обезьян).

В отличии от животных человек является «общественным существом» и основным условием развития его является труд и общество.

Антропология использует методы сопредельных наук, изучает как мертвые останки древних людей, так и живых людей разных этнических, социальных, возрастных и половых групп.

Методы антропологии так же широко используются в жизни людей, так *антропометрия* (количественное определение различных особенностей тела) используется для оценки физического развития различных групп учащихся, призывников, а *соматоскопия* (описание признаков) используется в криминалистике для идентификации личности.

Антропогенез

Условной датой рождения палеоантропологии как науки можно считать 1856 год, когда в долине Неандерталь, около Дюссельдорфа (Германия) были найдены части скелета древнего человека, названного впоследствии «*неандертальцем*».

1868 г. – французский палеонтолог Л. Лартэ в пещере Кроманьон в долине реки Везер обнаружил 5 скелетов «*кроманьонского человека*». Возраст находки – около 30 тыс. лет.

1890 г. – голландский врач Э. Дюбуа открыл на острове Ява «*питекантропа*». Возраст находки – около 700 тыс. лет. Эта находка послужила началом новой эры палеоантропологии, всеобщего интереса к прошлому человека.

1907 г. – О. Шетензак обнаружил в Европе человека, отнесенного к архантропам, – «*гейдельбергского человека*». Возраст находки – около 530 тыс. лет.

Антропогенез

1924 г. – профессор Йоханнесбургского университета Р. Дарт в пустыне Калахари впервые обнаружил останки *австралопитека* – череп *Australopithecus africanus*. Возраст находки – 2,6 млн лет.

1927 г. – английский анатом Д. Блэк описал «*синантропа*».

1936 г. – Р. Браун в Южной Африке нашел останки первого «массивного» австралопитека – «*парантропа*».

1948 г. – М. Лики на острове озера Виктория открыл *проконсула*.

1949 г. – Дж. Робинсон открыл первого африканского архантропа – «*атлантропа*».

1959 г. – М. Лики открыл «*зинджантропа*» (*Paranthropus boisei*), возраст которого около 1,7 млн лет.

Антропогенез

1960 г. – в Олдувайском ущелье (Танзания) Л. Лики обнаружил части скелета первого представителя рода *Homo (H. habilis),* возраст около 2 млн лет.

1972 г. – Р. Лики (сын Л.и М. Лики) открыл *Homo rudolfensis,* современника *Homo habilis*.

1974 г. – антрополог Д. Джохансон в Эфиопии нашел почти полный женский скелет *австралопитека (Australopithecus afarensis),* жившего около 3,5 млн лет назад.

1985 г. – в Кении Р. Лики нашел почти полный скелет *Homo ergaster.* Это самая древняя находка вида, возраст – 1,6 млн лет.

Антропогенез

1987 г. – группа генетиков под руководством А. Вилсона (США) провела анализ митохондриальной ДНК 147 популяций современного человека и выдвинула теорию «Африканской Евы».

1993 г. – Т. Уайт обнаружил в Эфиопии части скелетов возможного предка австралопитековых – *ардипитека (Ardipithecus ramidis)*, жившего более 5 млн лет назад.

1994 г. – испанские антропологи обнаружили самое древнее свидетельство существования человека в Европе. Возраст находки – 780 тыс. лет.

1995 г. – М. Лики нашел в Кении фрагменты скелета самого древнего австралопитека *(Australopithecus anamensis);* возраст более 4 млн лет.

Антропогенез

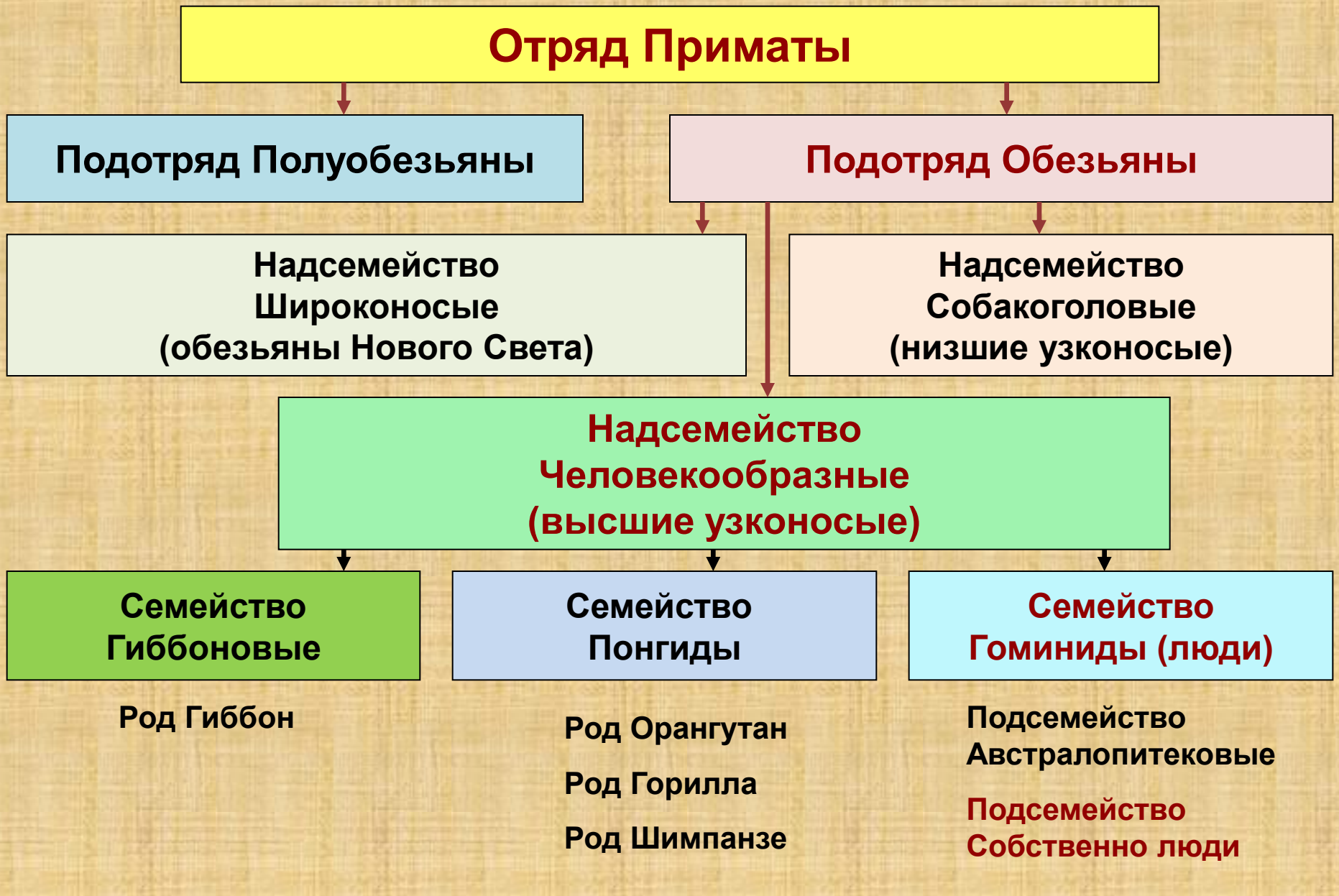
1997 г. – группа М. Крингса провела сравнительный анализ митохондриальной ДНК неандертальца, шимпанзе и современного человека.

1999 г. – в Кении найден череп «*кениантропа*» *(Kenyanthropus platyops).* Возраст находки – около 3,5 млн лет.

2000 г. – в Кении французскими приматологами во главе с Б. Сеню обнаружен «*человек миллениума*» – *орроpин (Orrorin tugenensis).* Возраст находки – 6 млн лет.

2002 г. – французский палеонтолог М. Боне в пустыне на севере Республики Чад нашел череп древнейшего гоминида, жившего более 6,5 млн лет назад – *сахелантропа (Sahelanthropus tchadensis).*

Классификация приматов



Подсемейство Собственно люди

Вид Homo habilis (человек умелый)

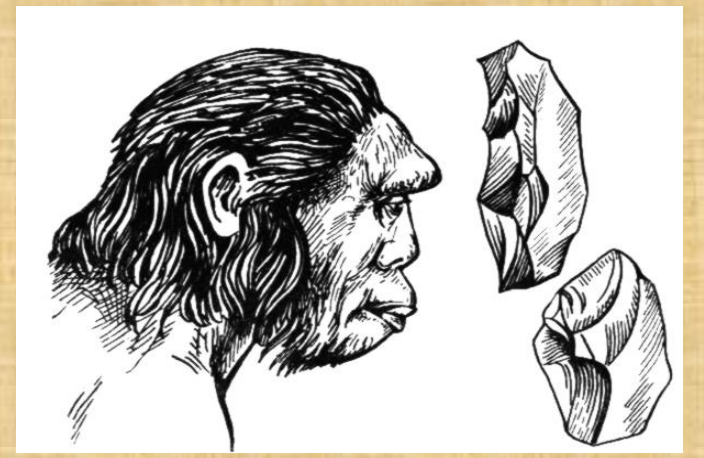
Вид Homo erectus (человек прямоходящий)

Вид Homo sapiens (человек разумный)

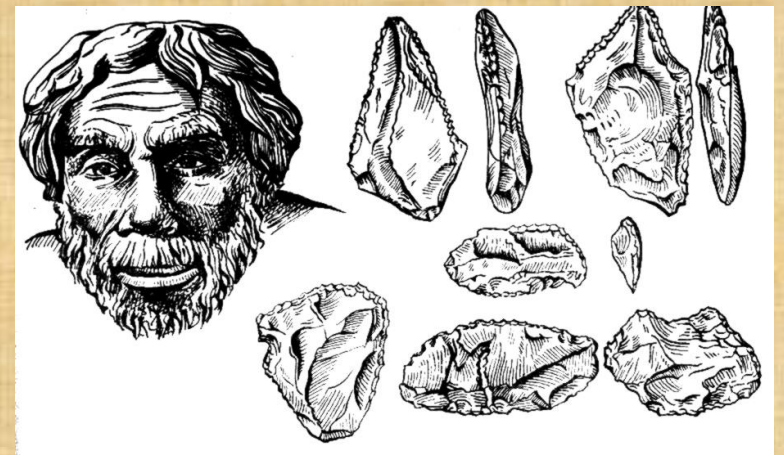
Подвид H. sapiens neanderthaiensis (неандерталец)

Подвид H. sapiens floresiensis (человек с Флореса)

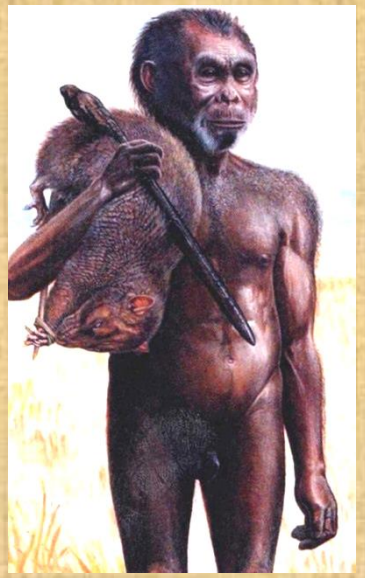
Подвид H. sapiens sapiens (человек современный)



Человек прямоходящий



Человек неандертальский



Человек с Флореса

Лемуры и галаго (полуобезьяны)

Подотряд полуобезьян включает *галаго, лемуров, лори, долгопятов и потто.* Соперничество с высшими приматами вынудило всех, кроме лемуров, перейти на ночной образ жизни. Сохранились *лемуры* только на Мадагаскаре, где обитает 17 видов. Каждый вид этих существ обитает в строго определенном месте и в других местах обитать не может из-за узкой специализации питания. *Долгопятов* считают связующим звеном между полуобезьянами и высшими приматами.

К подотряду Prosimiae относится 6 семейств, 18 родов и 35 видов: *индри, Айе-айе, толстый лори, кошачий лемур*

Филиппинский долгопят

Малый южный галаго

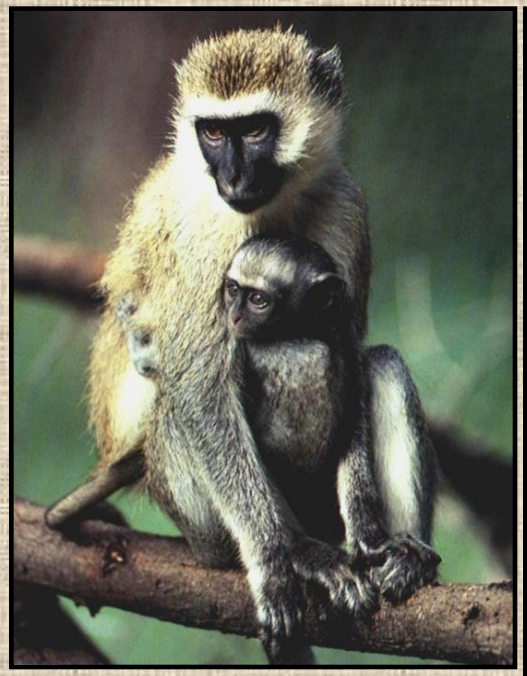
Ореховый карликовый лемур

Черный лемур

ОБЕЗЬЯНЫ СТАРОГО СВЕТА

Конечности приспособлены к хватанию предметов. Большой палец противопоставлен остальным. Прекрасное стереоскопическое цветное зрение. Хорошо развита кора больших полушарий, позволяющая быстро воспринимать и анализировать сложную информацию.

К сем. Cercopithecidae относится 14 родов и 82 вида: *зеленые мартышки, носачи, макаки-резус, мандрилы, павианы, гамадрилы* и др.



Зеленые мартышки

Самец гамадрила

Макаки-резус

ОБЕЗЬЯНЫ НОВОГО СВЕТА

Обитают в основном в тропических лесах Южной Америки. Они проводят на деревьях почти всю свою жизнь, так как ежегодно в период паводков (5 мес.) тысячи гектаров джунглей залито водой. У этих обезьян носовая перегородка широкая, ноздри далеко друг от друга и обращены наружу, поэтому их называют широконосыми.

Они принадлежат к двум семействам: 1. Cfllitrichidae – 5 родов и 21 вид: *игрунки, тамарины;* 2. Cebidae – 11 родов и 30 видов: *капуцины, ревуны, саки, уакари, паукообразные обезьяны* и др.

Гельдиевая мармозетка

Львиная игрунка

Лысый уакари

ШИМПАНЗЕ

Один вид – Pan troglodytes и 4 подвида:
обыкновенная шимпанзе, шимпанзе «чего», швейнфуртовский шимпанзе и карликовый шимпанзе, или бонобо.

Шимпанзе – наши ближайшие родственники, т.е. у нас с ними общие предки. Они отличаются редким для зверей умением пользоваться орудиями труда, сообразительностью и способностью к творческой деятельности.

Вытянутое лицо лишено волосяного покрова, светлое.

Обитают в тропических лесах Западной и Центральной Африки.

Живут крупными сообществами (до 100 и более особей) со строгой иерархией.

Питаются фруктами, семенами, сочными листьями, цветками, личинками насекомых и охотятся (группой) на детенышей свиней, антилоп и других обезьян.

Размножаются круглый год.

Половая зрелость наступает к 7 годам, но спариваться начинают с 13 лет.

Детеныши живут с матерью до 7 лет.

ГОРИЛЛА

Гориллы – крупнейшие из всех приматов, несмотря на грозный вид, добродушные вегетарианцы.

Гориллы, как и человек обладают хорошим бинокулярным зрением и глазомером, но из-за большого веса (до 140 кг) взрослые животные живут на земле, а детеныши проводят много времени на деревьях.

Обитают в Центральной Африке. В семействе только один вид – Gorilla gorilla и 3 подвида: Западная береговая, Восточная равнинная и Горная горилла.

Питаются сочными листьями, стеблями, корневищами, фруктами, но из-за низкой питательности рациона, они потребляют огромные массы корма, кочуя по участку площадью до 30 км².

Живут группами до 15 особей. Половая зрелость у самок наступает к 10 годам, а у самцов к 15-20 годам.

Самка равнинной гориллы

ОРАНГУТАН

Суматранский орангутан

В тропических лесах Азии живет крупный представитель приматов – пугливый, обособленно живущий орангутан.

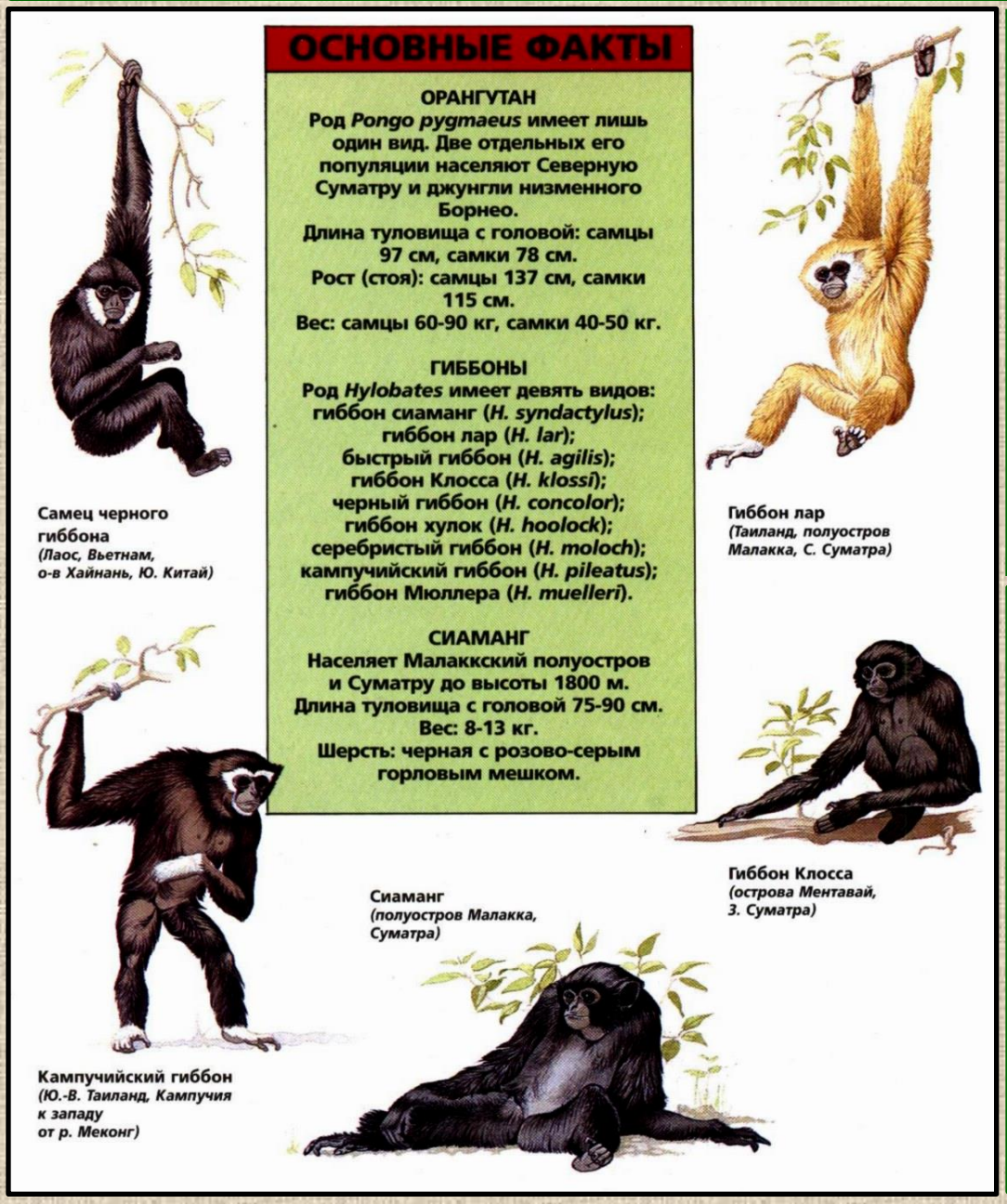
Две популяции одного вида – Pongo pygmaeus, обитающие на Борнео и Суматре сильно отличаются друг от друга. Суматранский орангутан менее массивен, бледно окрашен и имеет вытянутое лицо.

С помощью длинных рук и ног он очень хорошо передвигается по кронам деревьев. Питаются фруктами, орехами, сочными побегами, иногда листьями, насекомыми, птичьими яйцами и мелкими млекопитающими.

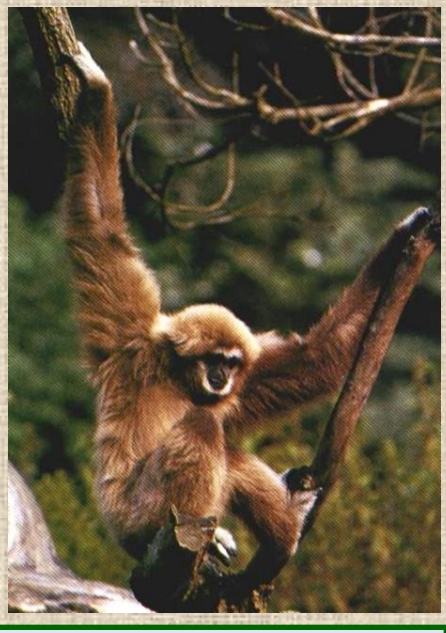
Детеныши сосут грудь до трех лет и остаются с матерью пока та не родит другого малыша. Половой зрелости они достигают к 10-15 годам

Вес взрослых самцов – 70-90 кг, размах рук до 3 м.

ГИББОНЫ



Гиббоны, как и орангутаны относятся к азиатским человеко-образным приматам, но являются стадными животными.



Из 9 видов самый крупный – Сиаманг.

Гиббоны с помощью своих длинных рук передвигаются по ветвям с потрясающей скоростью.

Питаются фруктами, насекомыми, пауками, реже листьями.

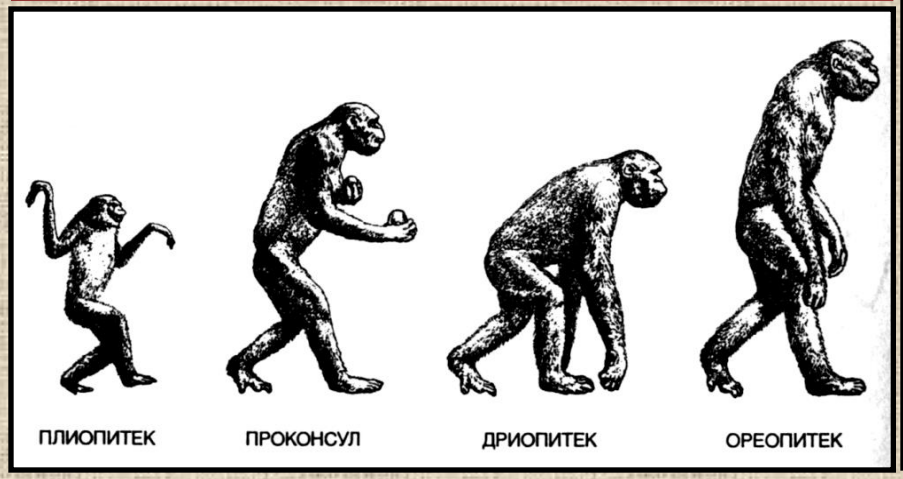
Размножаются каждые 3 года.

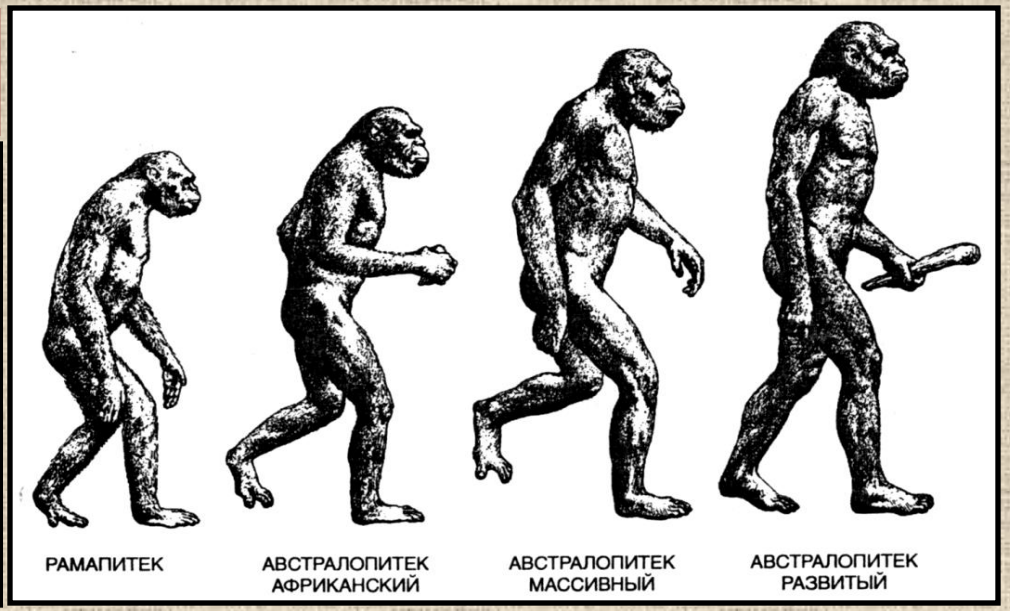
Половозрелость наступает в 6 лет.

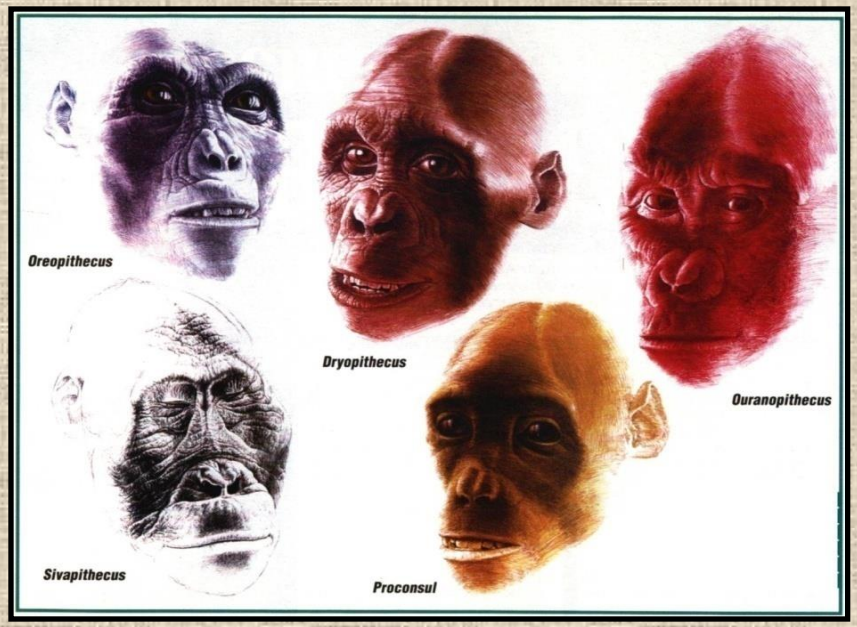
Главная особенность гиббонов – ежедневное «пение дуэтом».

Ископаемые предки человека

Реконструкция ископаемых предков человека

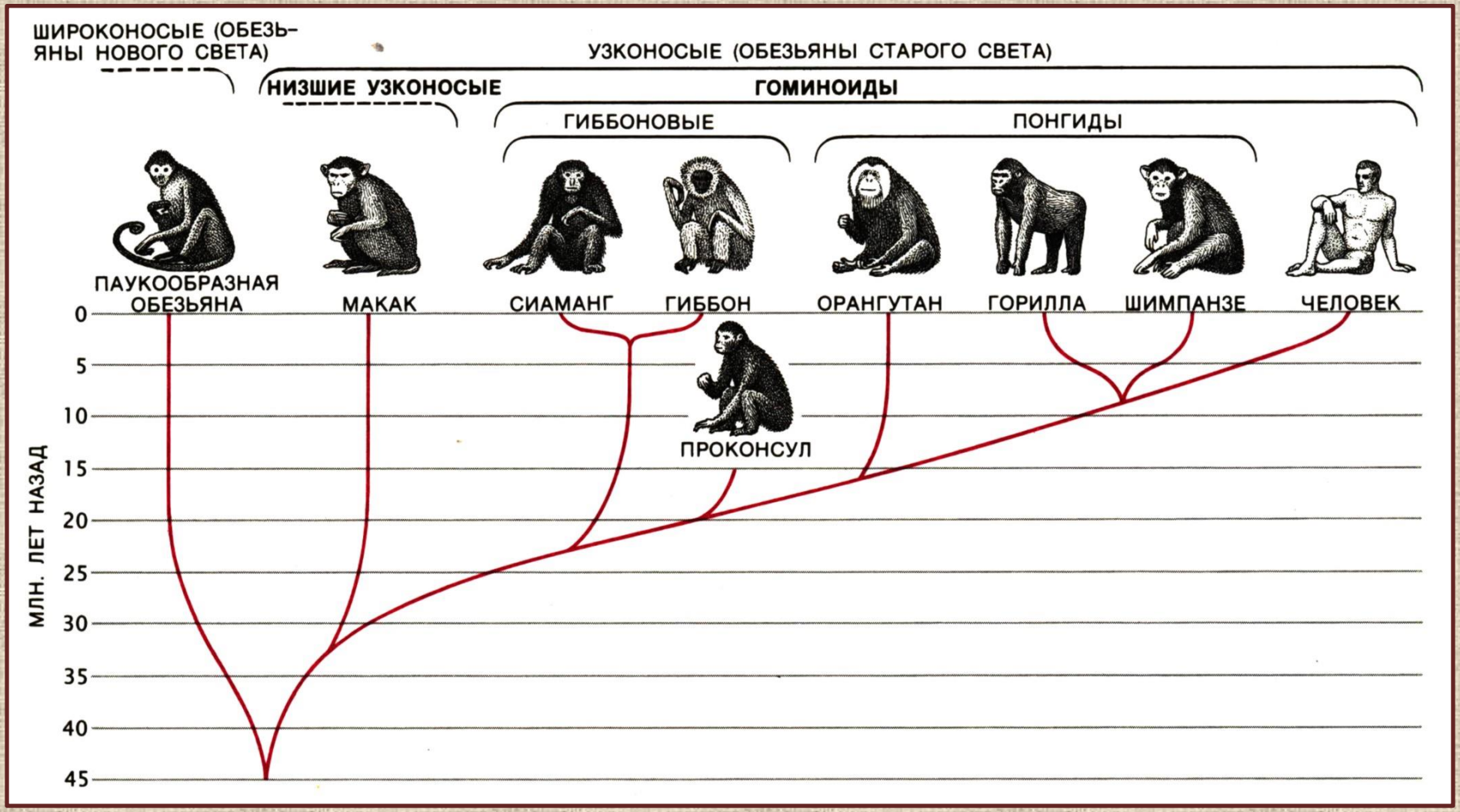






Древнейшими общими предками человека и антропоидов принято считать ***парапитеков***, которые являются прямыми предками ***плиопитеков*** – предков гиббонов и ***проконсула*** – общего предка шимпанзе, орангутана, гориллы и человека.

Одна группа этих древесных обезьян (**Дриопитек Фонтанов**) стала предком горилл и орангутана, а от другой (**Дриопитек Дарвинов**) – произошли ***рамапитеки***, ставшие предками шимпанзе и первых гоминид – ***австралопитеков.***



Эволюционное древо гоминидов – надсемейства приматов, включающих 3 семейства: гиббоновых, или малых человекообразных обезьян; понгид, или крупных человекообразных обезьян, и людей.

Проконсул, живший 23-16 млн. лет назад, является последним общим предком всех понгид и человека, т.к. имеет некоторые черты сходства.

Этапы антропогенеза

Обычно выделяют *четыре этапа биологической эволюции* человека:

1. Древнейшую стадию гоминизации (очеловечивания) – эволюцию древних человекообразных обезьян до выделения семейства гоминид. Началась около 30 млн. лет назад;
2. Эволюцию гоминид и происхождение рода Гомо;
3. Эволюцию рода Гомо до возникновения вида Человек разумный;
4. Эволюцию Человека разумного – человека современного типа.

В антропогенезе реализуются основные *критерии прогрессивной эволюции:*

1) повышение энергетического уровня жизненных процессов, повышение скорости метаболизма;
2) повышение эффективности размножения, в том числе за счет усиления заботы о потомстве;
3) улучшение восприятия и переработки информации, поступающей из внешней среды, и способность реагировать на внешние раздражители;
4) возрастание способности управлять средой обитания и уменьшение зависимости от нее.

Происхождение человека (эскиз)

Парапитек (35-40 млн.)

Проплиопитек (30-35 млн.)

Египтопитек (30-35 млн.)

Гиббоны

Дриопитек (25 млн.)

Дриопитек Фонтанов

Дриопитек дарвинов

Гориллы и орангутанг

Шимпанзе

Рамапитек (12-15 млн.)

Человек умелый (3-4 млн.)

Австралопитек (5-7 млн.), 5 видов

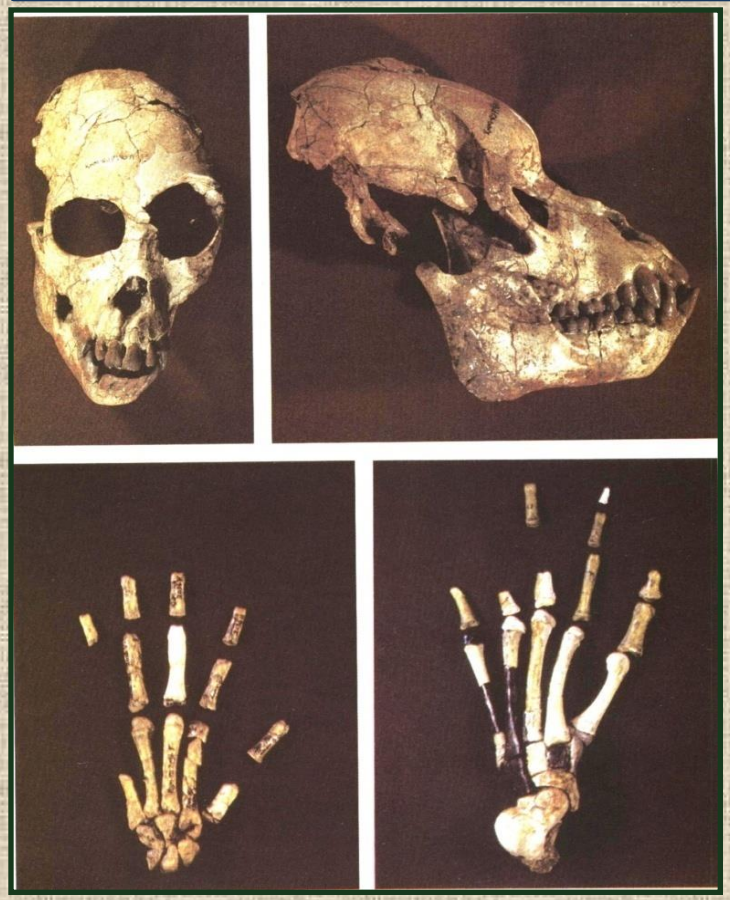
Человек прямоходящий (2 млн. – 500 тыс.)

Неандерталец (250 – 30 тыс.)

Человек с Флореса (? – 10-12 тыс.)

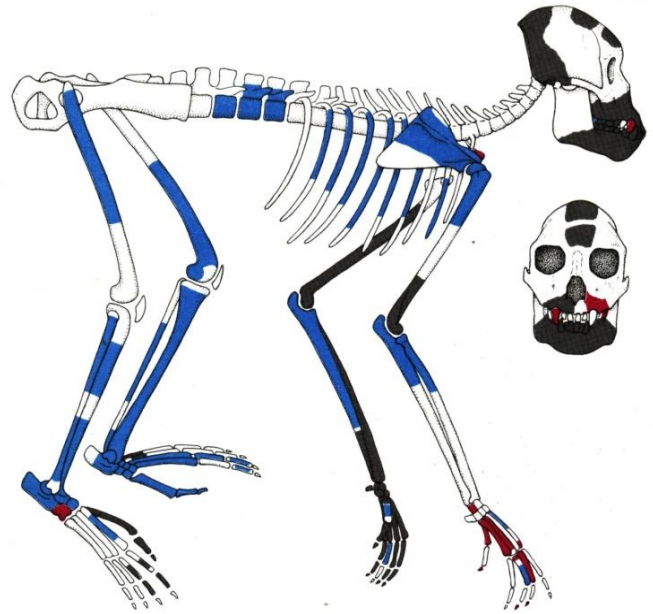
Человек современный (100 тыс. -)

Проконсул – ископаемая обезьяна

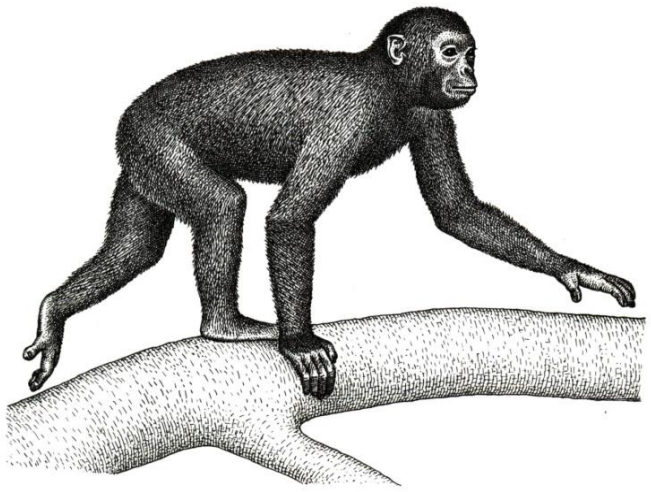


Череп проконсула в профиль и анфас. Найден в 1948 г. Мэри Лики на о. Русинга (оз. Виктория).

Кисть и стопа найдены там же, но в 1951 г. Луис Лики.



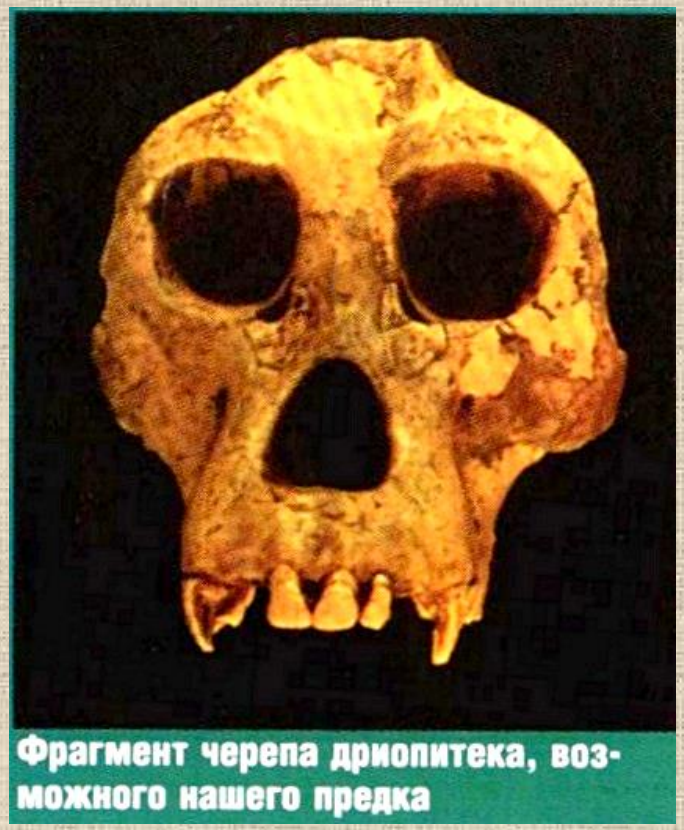
Скелет проконсула, собранный за 30 лет (части, окрашенные синим, найдены в 1984 г.) и реконструкция меньшего из двух видов, обитавших на острове Русинга.



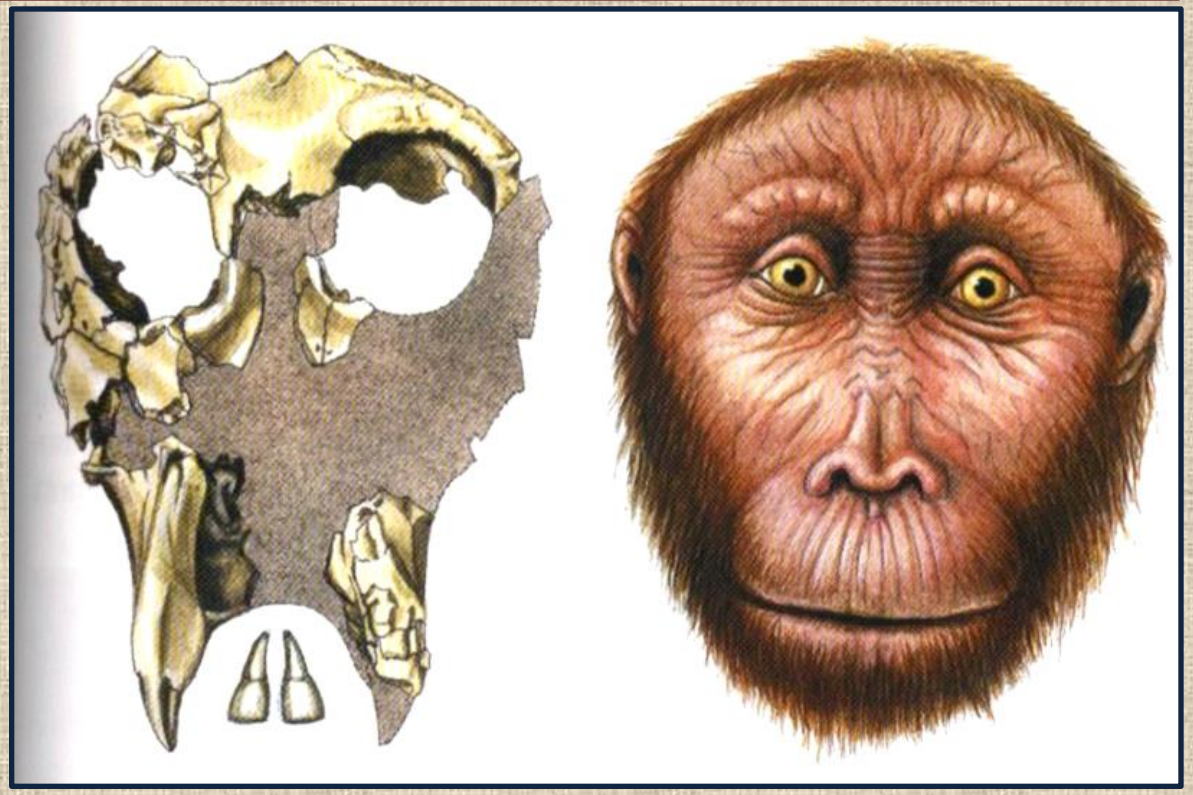
Находки, сделанные в 1948, 1951 и 1981 гг. позволили достаточно точно реконструировать этого древнейшего примата. Он имел мозг объемом 160-180 см^2 и в строении черепа и конечностей напоминал современных понгид.

Жил проконсул около 23-16 млн. лет назад.

Дриопитек



Фрагмент черепа дриопитека, возможного нашего предка



Реконструкция морды дриопитека

Предками горилл, шимпанзе и человека были миоценовые дриопитеки, распространенные в Европе, Азии и Африке. Их остатки найдены в разных странах Западной и Восточной Европы.

Это были древесные существа ростом с шимпанзе, зубы очень сходны с зубами горилл. В среднем миоцене в Западной Европе существовало 2 вида дриопитеков: дриопитек фонтанов и дриопитек дарвинов, являющийся предковой формой всех гоминид, идущей через ***рамапитека***, найденного в середине 30-х годов в Индии.

Австралопитеки

В 1924 г. в Южной Африке Р. Дарт обнаружил череп ископаемого гоминида и назвал его *австралопитек (южная обезьяна).*

Наиболее хорошо изучены остатки Австралопитека афарского, обнаруженного Д. Джохансоном в Эфиопии в 1974 г.

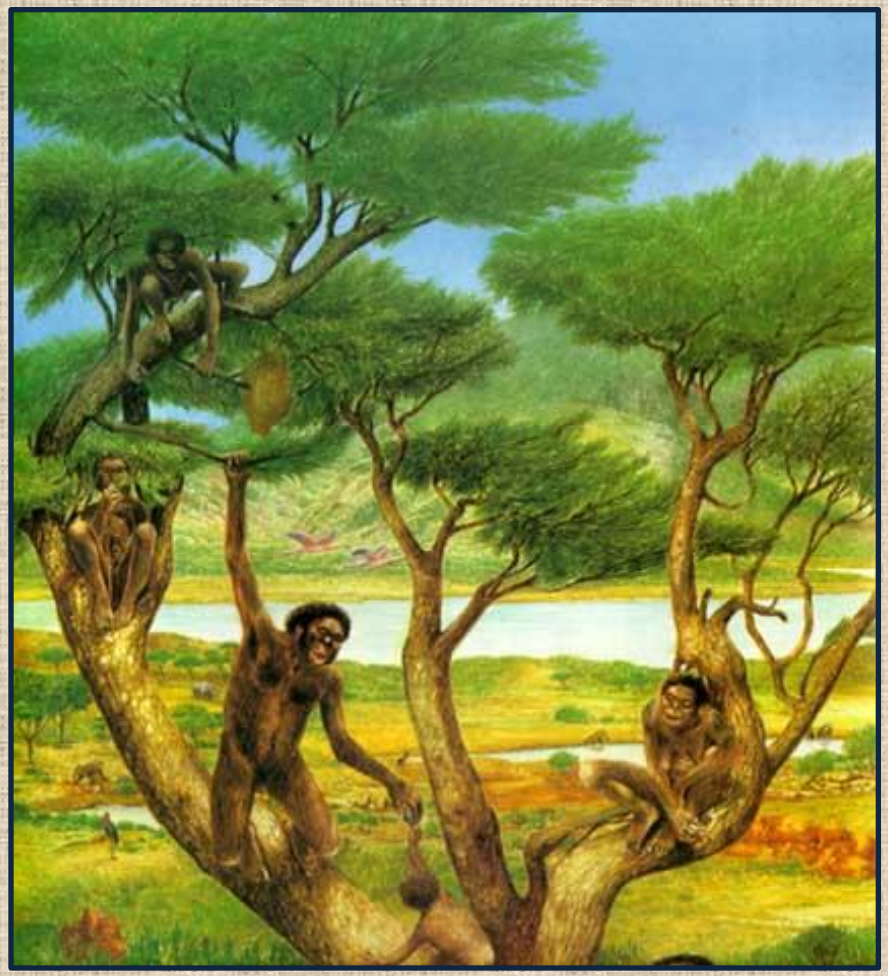
Этот вид считается прямым предком человека.

Череп самого раннего представителя семейства гоминидов (человекообразных существ)

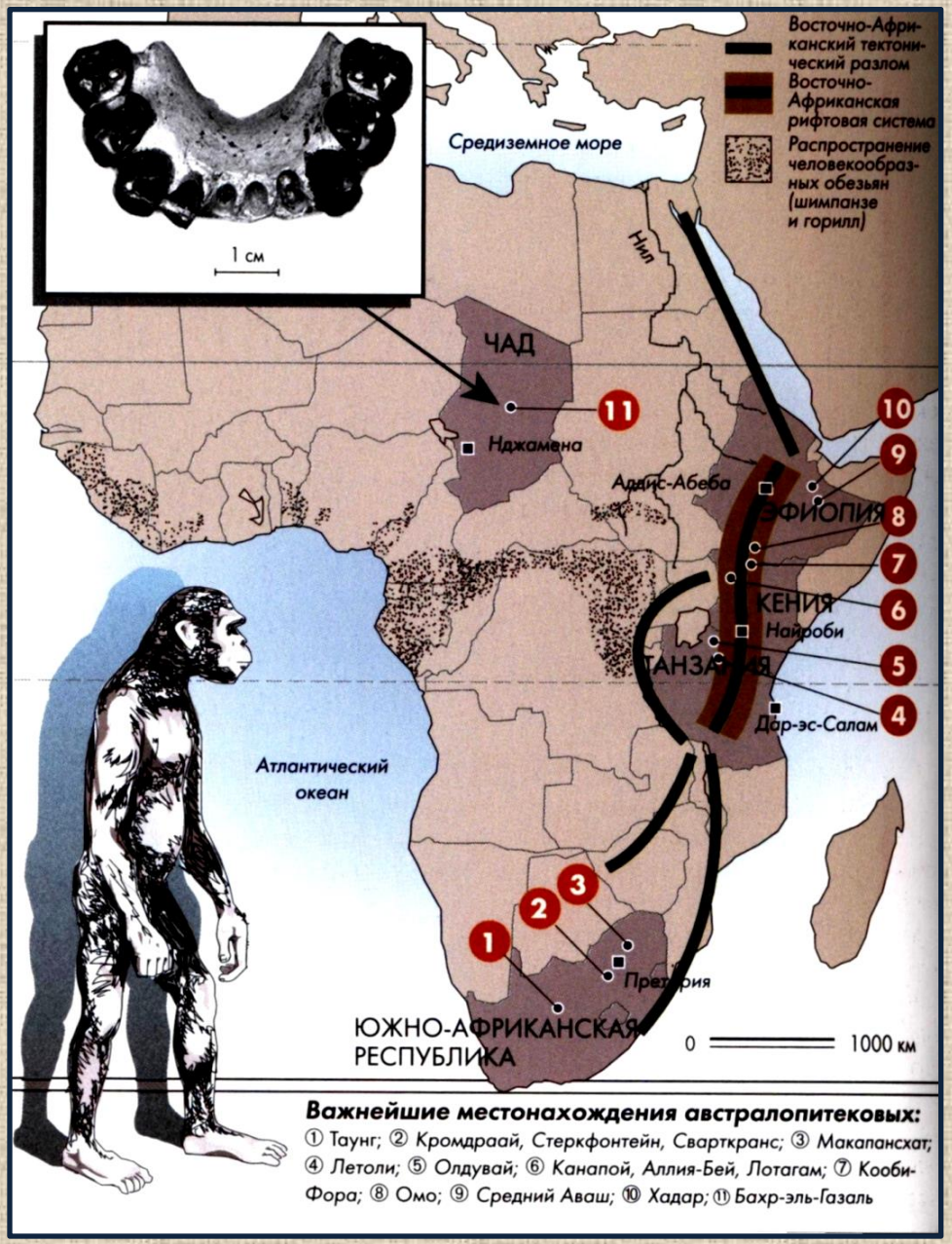
Череп «Тумая»

В 2002 г. в пустыне Джураб (Чад) найден череп («Тумай» - надежда на жизнь) человекообразного существа, возраст которого 7 млн. лет. Он сочетает в себе черты обезьяны (затылок) и человека (лицо).

Это открытие века, т.к. найдена самая ранняя форма гоминид, названная *сахелантропом*

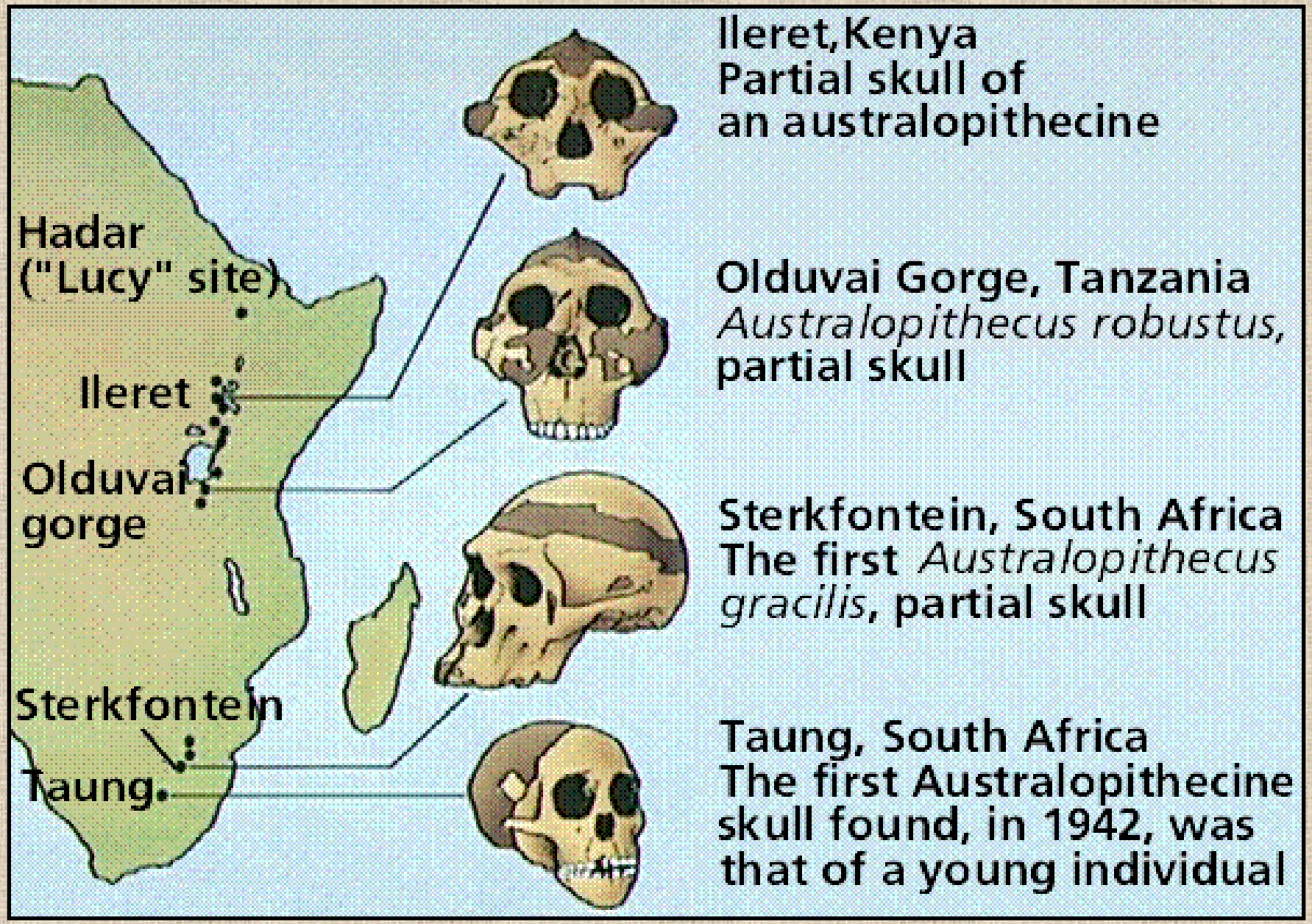


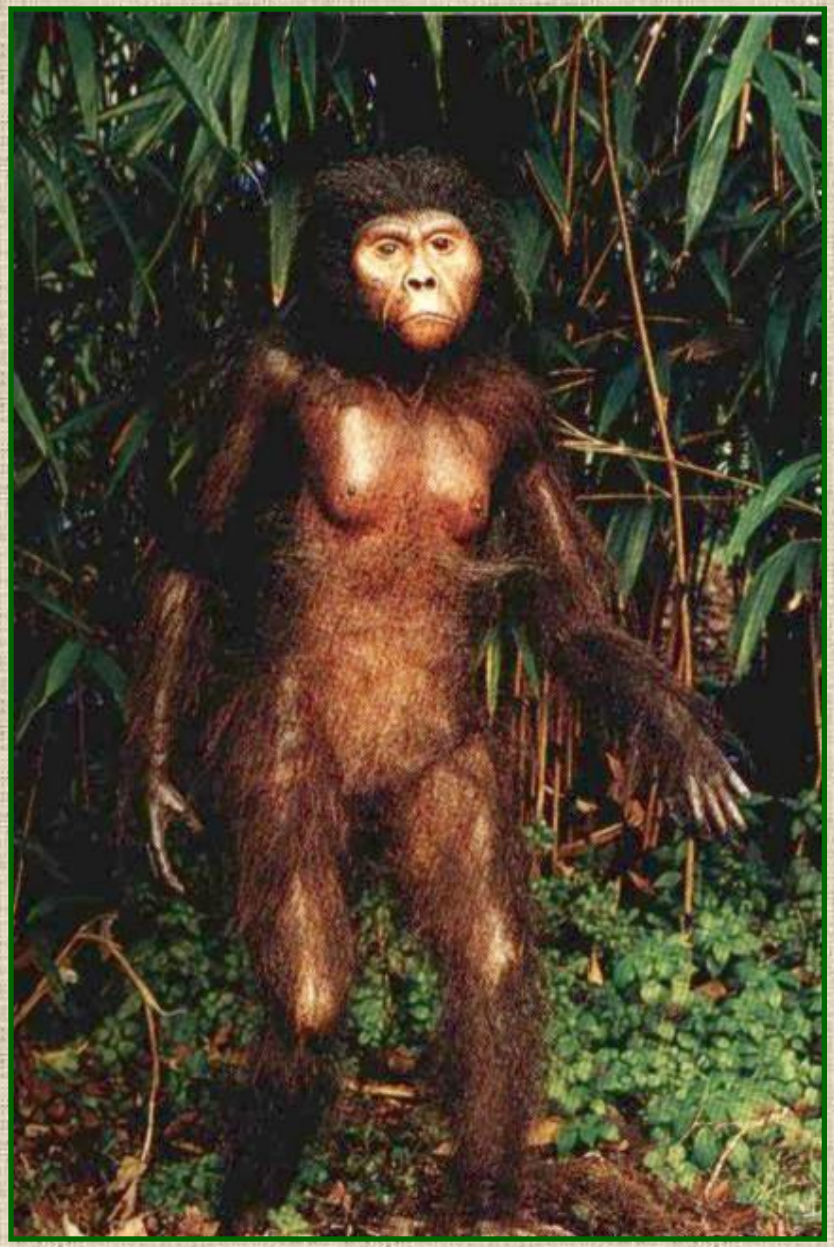
Начиная с 1924 г. в Африке были обнаружены многочисленные остатки высших приматов, отнесенных к подсемейству ***австралопитековых,*** куда входит 3 рода с пятью видами.



Самой замечательной особенностью австралопитеков была из двуногая походка. Появились они 5-7 млн. лет назад и исчезли около 1 млн. лет назад.

Важнейшие места находок австралопитековых





Реконструкция австралопитека «Люси»

Ископаемые черепа австралопитеков

До последнего времени самым древним предком человека считался 120 см скелет **австралопитека афарского,** названного **«Люси»** (Эфиопия, 1974 г.), жившего 3,9 млн. лет назад.

Череп австралопитеков характеризуется укорочением лицевой части и относительно большой мозговой коробкой. Объем мозга достигал от 500 до 650 $см^3$. Рост 120–155 см и вес 35–60 кг.

Афарские австралопитеки

Реконструкция афарского австралопитека *Australopithecus afarensis*

Череп афарского австралопитека AL 444-2 из Хадара

Скелет афарского австралопитека «Люси» AL 288-1 из Хадара

Афарские австралопитеки

Череп австралопитека африканского (*Australopithecus africanus*) (Sts 5) из Стеркфонтейна

Нижняя челюсть австралопитека бахр-эль-газальского (*Australopithecus bahrelghazali*) (KT 12/H1)

Афарские австралопитеки

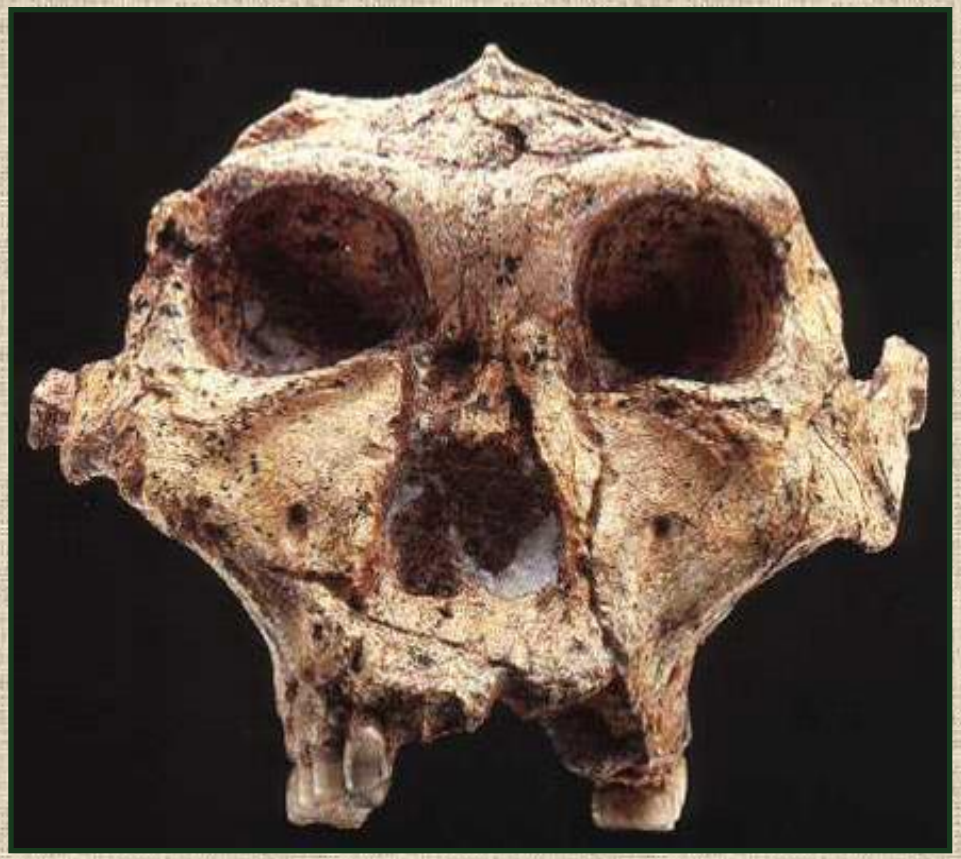
Таз афарского австралопитека «Люси»
AL 288-1 при взгляде сверху имеет большую ширину

Парантропы

Paranthropus aethiopicus
так называемый «черный череп»

Череп бойсовского австралопитека (KNM-ER 406) из Кооби-Форы в Эфиопии

Парантропы



Череп массивного австралопитека (*Paranthropus robustus*) (SK 48) из Сварктранса в Южной Африке

Череп массивного австралопитека (*Paranthropus robustus*) (SK 46) из Сварктранса в Южной Африке

В 1999 г. в Кении найден череп своеобразного гоминида – «*кениантропа*» (*Kenyanthropus platyops*).

Возраст находки – *3,5 млн. лет*.

Вместе с другим видом (*Kenyanthropus rudolfensis*) он образует самостоятельный род среди австралопитековых.

Строение черепа у представителей этого рода имеет даже более «человеческий» вид, чем у современных ему австралопитеков.

Но, обладая причудливой смесью примитивных и прогрессивных черт, *кениантропы представляли собой тупиковую ветвь эволюции*.

Такие находки наглядно показывают, что *эволюция человека не имела последовательно прогрессивного и однонаправленного характера.*

Существовало несколько направлений в эволюции гоминид, и путь к современному человеку был только одним из них.

Тупиковой ветвью был и самый первый открытый Р. Дартом австралопитек *(A. africanus)*, широко распространенный около *3 млн. лет назад*, и все «массивные» формы *(Paranthropus)*, образовавшиеся *2,7 млн. лет назад* от исходной формы *Paranthropus aefiopicus*.

Последние представляли собой крайне специализированные формы, приспособленные к питанию грубой растительной пищей.

Они обладали крупными челюстями и зубами. Макушка их черепа имела специальный гребень, к которому крепились мощные жевательные мышцы.

«*Массивные» пережили всех других австралопитеков, а самый крупный их вид* – *P. boisei* («*зинджантроп*») – *сосуществовал с первыми представителями рода Homo почти миллион лет*.

Существуют другие варианты исходных этапов эволюции гоминид.

Так, некоторые авторы ставят в основание линии, ведущей к человеку, *орроорина (Orrorin tugenensis)*, считая австралопитеков боковой ветвью.

Важно отметить, что *двуногость* (бипедия) и *переход к наземному существованию* были решающими, хотя, возможно, и не очень сильно связанными достижениями антропогенеза.

Именно на этом этапе эволюции *огромное влияние принадлежало экологическим факторам*.

Поскольку 9–8 млн. лет назад климат тропического пояса в Африке заметно изменился, и влажные тропические леса сменились редколесьем, кустарниковой и травяной саванной с выраженной сезонностью биомассы и продуктивности биоценозов, переход к наземному существованию (продолжался не менее 3 млн. лет) оказался наиболее выгодным по целому ряду параметров.

1. *Увеличение размеров тела способствовало повышению эффективности энергетики организма*, поскольку крупному животному на единицу массы требуется меньше энергии поддержания жизни. При этом относительно больше энергии может быть потрачено на внешнюю деятельность.

2) ***Это сопровождалось увеличением продолжительности жизни и замедлением темпов размножения*** **– удлинением беременности и младенческого развития. Следовательно, удлинялось и время заботы о потомстве.**

3) ***Увеличивалась пищевая ниша и размер кормовой территории, возрастали мобильность и успешность избегания хищников.***

4) ***Выпрямленное положение тела и приспособление к быстрому передвижению на двух ногах позволяли прекрасно ориентироваться в саванне*****, в частности, раньше увидеть добычу или хищника.**

Австралопитеки сами были частичными хищниками: переход к жизни в саванне и увеличение потребности в энергии расширили их всеядность (парантропы питались в основном грубой растительной пищей).

5) Став крупнее, оказавшись на открытом пространстве и выполняя значительную мышечную работу по поиску пищи, *австралопитеки вынуждены были по-новому оптимизировать свою терморегуляцию.*

Вероятно, они *начали терять шерстяной покров и развили функцию потоотделения*. Это приспособление было эффективным, но увеличивало потребность в воде и лишало организм ионов натрия.

Нехватка натрия стимулировала хищничество или заставляла искать новые источники соли.

Увеличение потребности в воде после того, как был покинут дождевой тропический лес, вынуждало предпочесть биотопы, связанные с водоемами.

6) *Началась прогрессивная эволюция головного мозга.*

По сравнению с тропическим лесом саванна изменила пространственные и энергетические характеристики обитания приматов; *индивидуальная кормовая дистанция стала в несколько раз больше, стало больше угроз от хищников, но меньше убежищ, возросла общая напряженность существования.*

У австралопитеков возникли некоторые морфофункциональные противоречия, обусловленные большой скоростью и неравномерностью эволюции. В частности, *противоречие между прямохождением и рождением детей*.

Прямохождение, увеличение нагрузки на ноги изменили положение и конструкцию таза: он стал более массивным и жестким. А детеныши рождались все более «головастые»; из-за чего роды становились все более затрудненными. Материнство накладывало все большее бремя на временной и энергетический бюджет самки. Если раньше новорожденные обезьянки, цепляясь за материнскую шерсть, не сковывали подвижность матери, то теперь мать, почти лишенная шерсти, вынуждена была длительно носить крупного детеныша на руках.

Австралопитеки и парантропы превратились в обычный компонент фауны саванн.

Данные об их внутривидовых и межвидовых взаимоотношениях чрезвычайно скудны. Не исключено, что в пределах подсемейства австралопитековых существовала межродовая и межвидовая конкуренция.

Скудность части ископаемых не позволяет судить о продолжительности существования ранних австралопитеков, но *2,5 млн. лет назад* уже не было их грацильных форм.

Зато парантроп *P.boisei* просуществовал еще приблизительно *1,5 млн. лет.*

Вероятно, это были эволюционно довольно устойчивые существа, но *в начале плейстоцена с его изменением климата они не могли приспособиться к дифференциации и сужению пищевых ниш меняющегося сообщества саванн и вымерли около миллиона лет назад.*

Австралопитековые (резюме)
(австралопитеки, кениантропы, парантропы)

Жили приблизительно 7- 9 млн. лет назад

- РОСТ 100-150 СМ, ВЕС 30-50 КГ
- ОБЪЕМ МОЗГА – ОКОЛО 600 $СМ^3$
- ВЕРОЯТНО, ИСПОЛЬЗОВАЛИ ПРЕДМЕТЫ В КАЧЕСТВЕ ОРУДИЙ ДЛЯ ДОБЫВАНИЯ ПИЩИ
- ХАРАКТЕРНО ПРЯМОХОЖДЕНИЕ
- ЧЕЛЮСТИ МАССИВНЕЕ, ЧЕМ У ЧЕЛОВЕКА
- СИЛЬНО РАЗВИТЫЕ НАДБРОВНЫЕ ДУГИ
- СОВМЕСТНАЯ ОХОТА, СТАДНЫЙ ОБРАЗ ЖИЗНИ
- ЧАСТО ДОЕДАЛИ ОСТАТКИ ДОБЫЧИ ХИЩНИКОВ

ВОЗНИКНОВЕНИЕ РОДА HOMO

Поскольку эволюция гоминид происходила неравномерно, имела «мозаичный» характер, граница между древними представителями рода *Homo* и австралопитеками весьма размыта.

Условными критериями отнесения к роду Homo принимаются объем мозга (не менее 700–800 см^3), строение кисти, орудийная деятельность.

История изучения самых древних представителей *Homo* берет свое начало с сенсационного открытия выдающегося английского археолога Л. Лики (1962 г.) в Олдувайском ущелье (Танзания). Находка, возраст которой составляет *1,75 млн. лет*, получила научное название *Homo habilis*.

Вместе с костями были обнаружены образцы крупной окатанной гальки со следами грубой обработки – сколами к режущему краю, которые получались при особом ударе камня о камень.

Такие грубые галечные *чопперы* (рубила) стали предметами *олдовайской культуры – первой культуры палеолита – древнего каменного века.*

По характеру обработки камней можно было предположить , что создатели чопперов были правшами, а это значит, что функции левого и правого полушарий мозга у них не полностью совпадали. Асимметрия полушарий указывает, в частности, на развитие в одном из полушарий новых структур, связанных с абстрактным мышлением.

Примитивные каменные орудия и до и после олдовайской находки ученые встречали во многих местах Старого Света.

Вблизи озера Рудольфа в Кении найдены *самые древние из них – до 2,6 млн. лет.*

В 1972 г. сын Л. Лики – Р. Лики обнаружил еще более древние останки (череп с объемом полости 770 $см^3$) представителя рода *Homo,* которого затем многие антропологи выделили в самостоятельный вид – *Homo rudolfensis* (возраст – 2,3 млн. лет.).

Мнения антропологов о том, какой из двух видов непосредственно ведет к человеку, разделились.

Большинство авторов отдают предпочтение *Homo habilis*.

В свою очередь, строение лицевого черепа наводит на мысль о родстве *Homo rudolfensis* и «*кениантропа*».

Классификация гоминид еще долго будет уточняться. Споры вокруг этих находок не утихают по сей день. Не все антропологи единодушны в определении их систематического положения. Некоторые авторы подчеркивают их близость с австралопитеками.

Действительно, *Homo habilis* был очень похож на австралопитека. Однако увеличение размеров мозга по сравнению с австралопитеками (650–800 см^3) и его структурные изменения, переход на всеядность, уровень социальной организации, охота, а главное, «орудийный критерий», заставляют отнести его к роду *Homo*.

Другие авторы, наоборот, считают, что возникновение *Homo habilis* знаменовало появление принципиально нового, прогрессивного уровня организации мозга в эволюции человека.

Ранние Homo

Череп «Человека умелого»
Homo habilis OH 24 из Олдувая

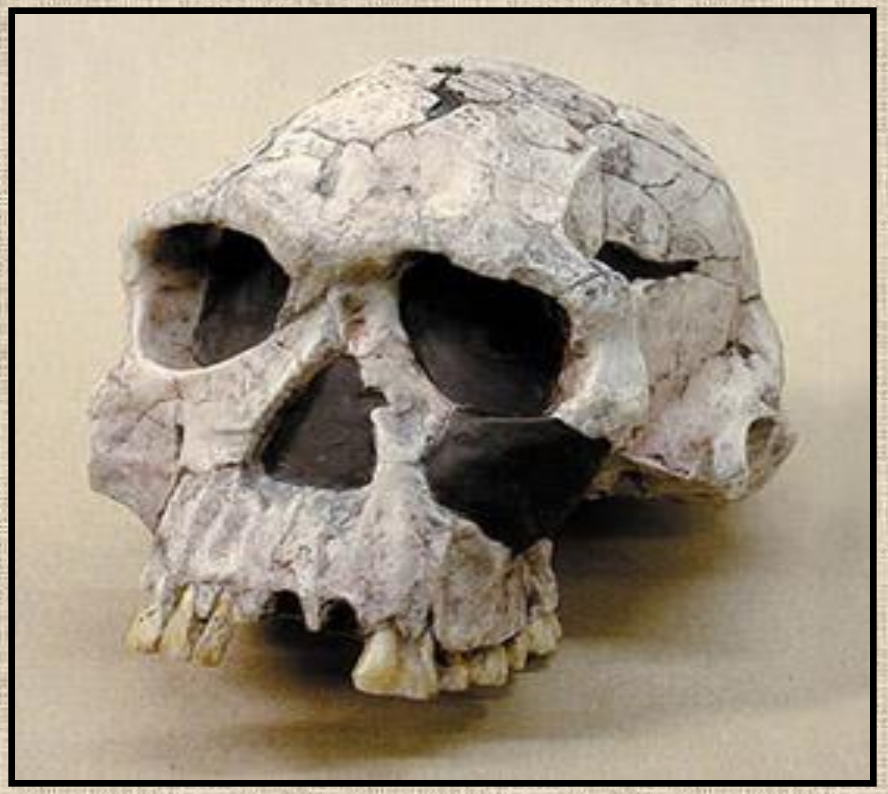
Стопа «Человека умелого»
Homo habilis OH 8 из Олдувая

Ранние Homo

Черепа *Homo habilis* KNM-ER 1813 (слева) и *Homo rudolfensis* KNM-ER 1470 (справа) из Кооби-Фора в Эфиопии

Ранние Homo

Череп *Homo rudolfensis*
KNM-ER 1470 из Кооби-Фора



Череп *Homo rudolfensis*
KNM-ER 1470 из Кооби-Фора

Архантропы

К ним относятся самые первые находки древнейших людей: «*питекантропа*» (Ява), «*синантропа*» (Китай), «*атлантропа*», которым первоначально был дан статус самостоятельных родов.

В настоящее время все они объединяются в два вида: *Homo erectus* (*человек выпрямленный – азиатские формы*) и *Homo ergaster* (*человек работающий – африканские формы*).

***Homo erectus*, таким образом, был первым гоминидом, вышедшим за пределы восточно-африканского «ядра» антропогенеза.**

Некоторые авторы предлагали считать архантропов отдельным родом *Pythecanthropus* (Алексеев В.П., 1984), однако сейчас этот взгляд не находит широкой поддержки.

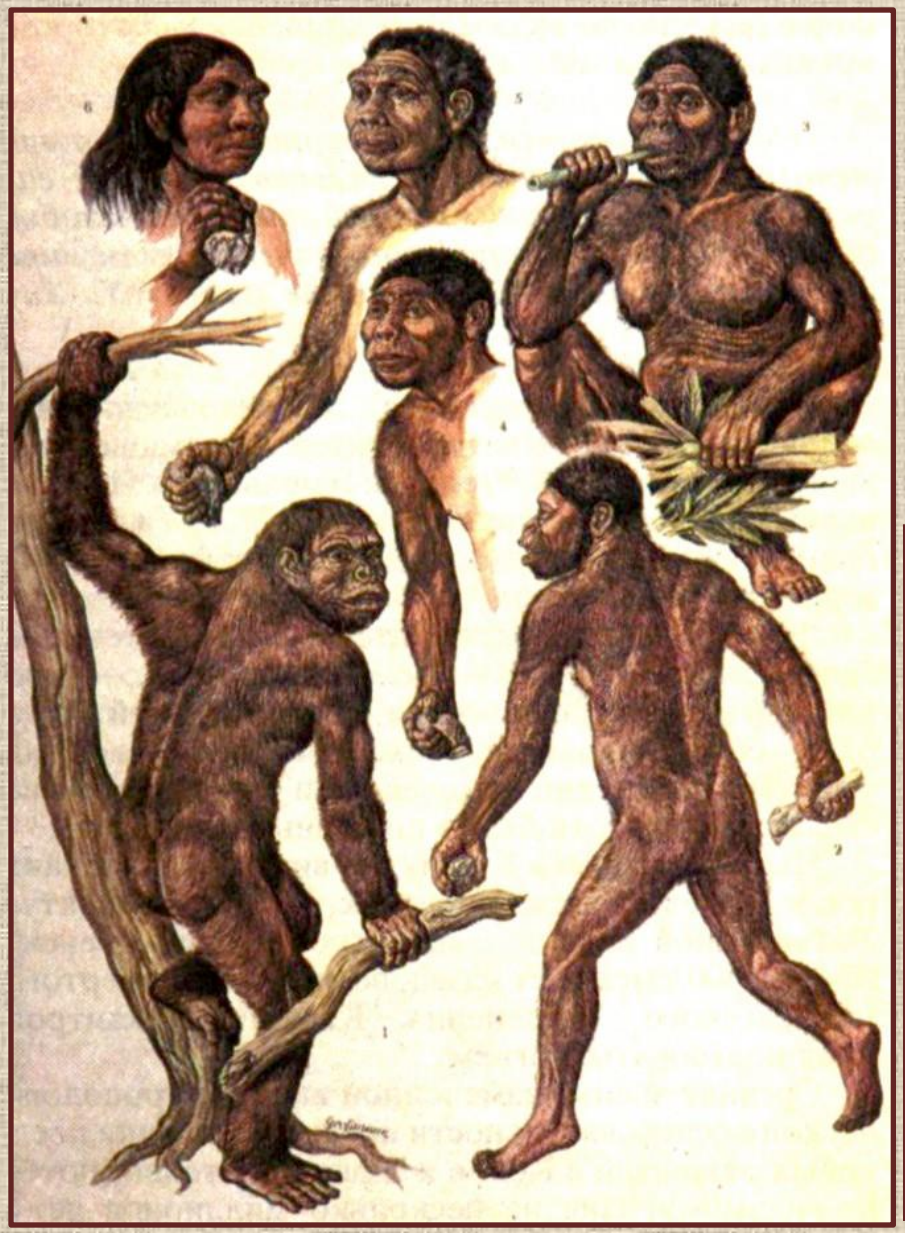
Было несколько существенных факторов, обусловивших исход из Африки и широкое расселение архантропов.

Во-первых, *в плейстоцене заметно увеличились амплитуда и частота глобальных климатических изменений* в связи с оледенением в высоких широтах, что приводило к *масштабным сдвигам биомов и биогеоценозов и переменам в ареалах многих животных, с которыми ранние гоминиды были связаны пищевыми и конкурентными взаимоотношениями.*

Во-вторых, по мере овладения орудиями добывания пищи, увеличением ее разнообразия, использованием убежищ, шкур животных и огня *архантропы становились все менее придирчивыми к предпочитаемой природной среде обитания.*

В-третьих, определенную роль в расселении архантропов мог сыграть механизм, который в экофизиологии обозначают как правило Бергмана и правило Аллена: *в природных зонах с выраженной сезонностью и относительно холодным климатом естественный отбор у млекопитающих ведет к увеличению массы и компактности конфигурации тела.*

Архантропы (Homo erectus, Homo ergaster)



Первые остатки *человека прямоходящего* были найдены в 1891 г. на о Яве Э. Дюбуа, который назвал его *питекантропом.*

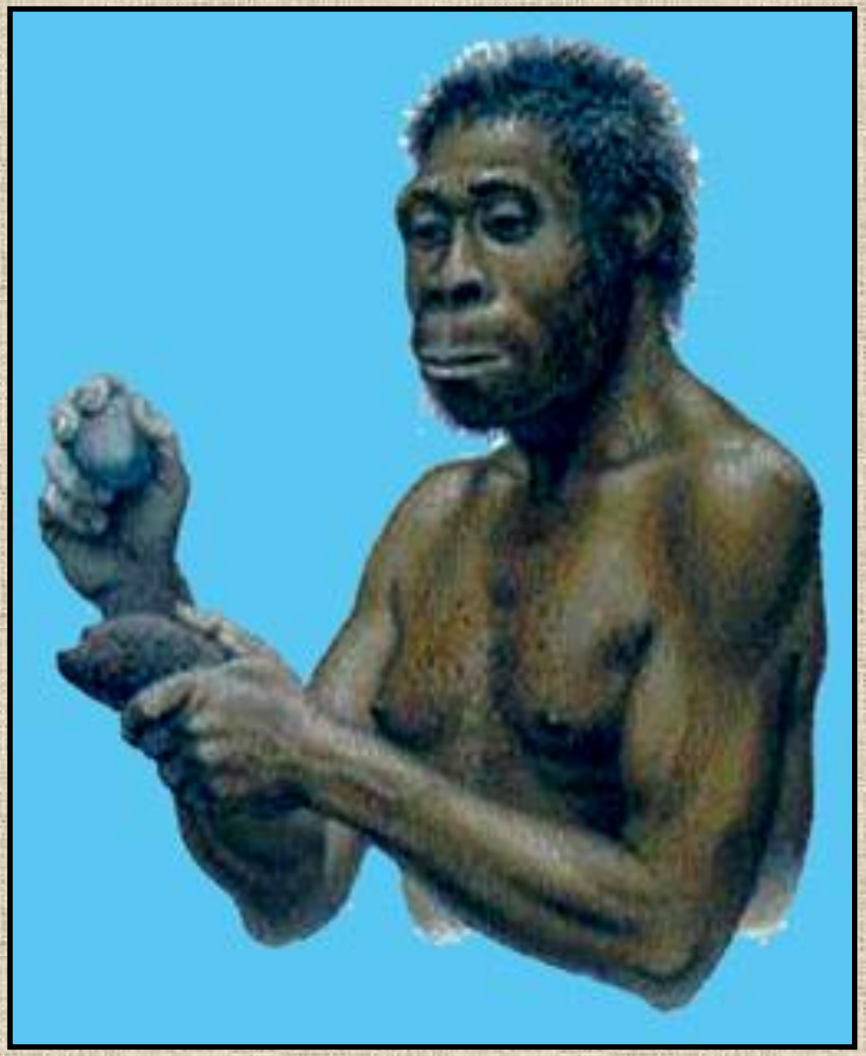
Жил он около 1,5–1,9 млн. лет назад.

Затем были найдены **синантропы, гейдельбергский человек** и другие формы.

Архантропы имели покатый лоб, большой надглазничный валик, массивную нижнюю челюсть без подбородочного выступа. Объем мозга от 750 до 1100 см^3, рост 155–170см, масса – 60–80 кг. Жили они 500 тыс. – 2 млн. лет назад.

Архантропы

Череп *Homo ergaster*
KNM-ER 3733 из Кооби-Фора



Реконструкция
«Человека работающего»
Homo ergaster

Архантропы

Сравнение черепа из Дманиси D2700 и из Нариокотоме KNM-WT 15000 (Кения)

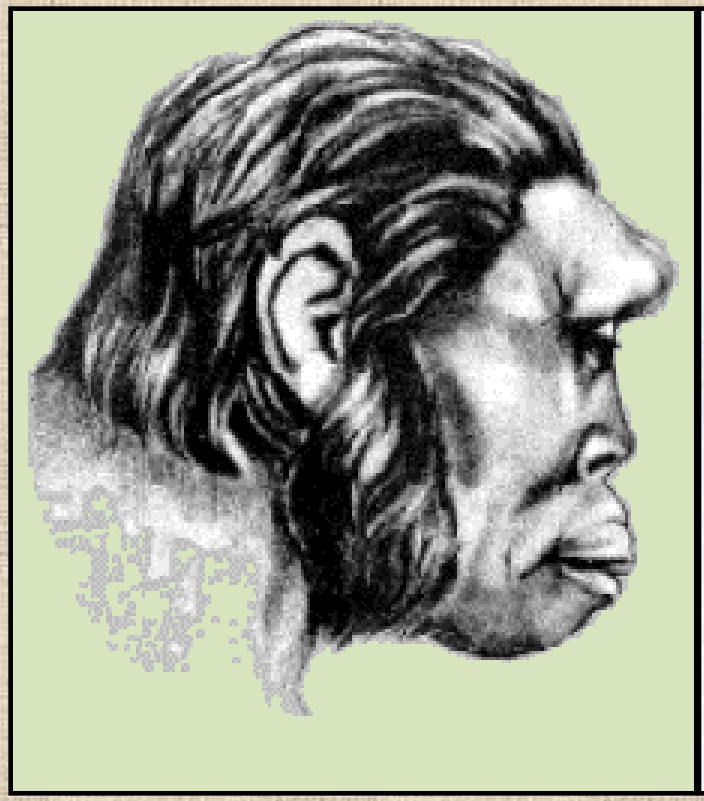
Скелет *Homo ergaster* KNM-WT 15000 из Нариокотоме

Архантропы

Бедренная кость Триниль 1 – первая находка *Homo erectus*

Черепная крышка Питекантропа I – первый череп *Homo erectus*

Архантропы



Реконструкция облика Питекантропа I, выполненная М.М. Герасимовым

Черепная коробка Сангиран 2 с Явы

Архантропы

Череп Юньксянь EV 9002 –
один из китайских архантропов

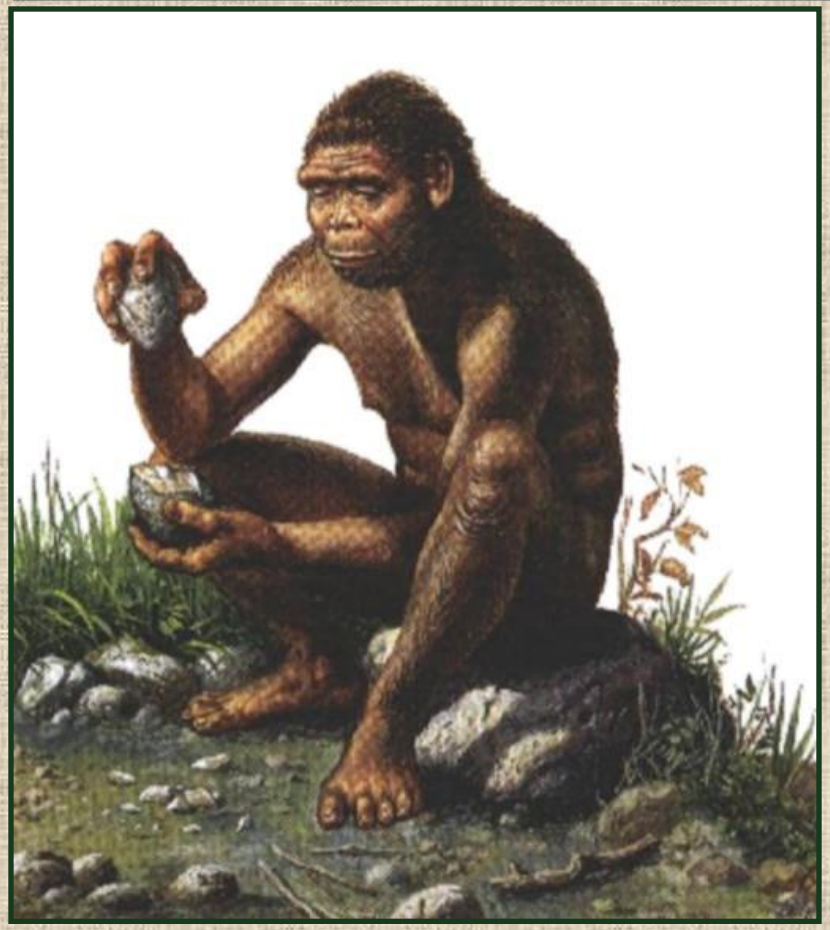
Череп Лантьянь (Гунваглинг)
PA 1051-6 из Китая, вероятно,
древнейшая находка в
этой стране

Архантропы

Новейшая реконструкция черепа синантропа – позднего китайского архантропа из Чжоу-Гоу-Дянь

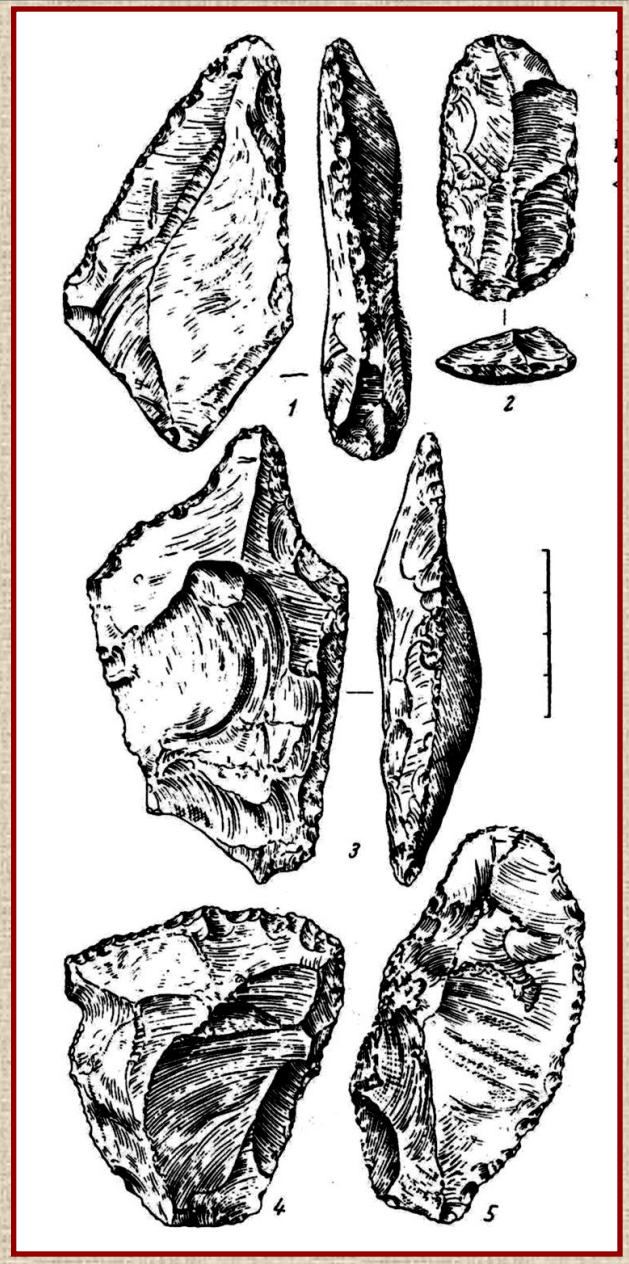
Местонахождение Чжоу-Гоу-Дянь под Пекином, где была найдена стоянка *Homo erectus* (синантропа)

Орудия труда архантропов



Чоппинг-тул

(2 острых края, если только 1 край – чоппер)



Культура изготовления орудий труда у архантропов называется *ранний ашель (рубила, ядрица)*

Так выглядели орудия труда питекантропов, найденные около города Шелль (Франция):
1 – остроконечник, 2 – нож, 3 – сверло, 4-5 – скребки

Вероятный путь расселения человека прямоходящего.

1,5-1,8 млн. лет назад он из Африки переселился на Кавказ, а затем отдельные группы мигрировали в Европу и Юго-Восточную Азию

Жили архантропы группами по 50–60 особей и охотились на различных копытных.

Это были высокие и сильные гоминиды ростом 170–180 см с массой тела 60–80 кг. Объем черепной коробки архантропов составлял 850–1100 см^3. Характерными особенностями этих гоминид были вытянутый череп, толстые надбровные дуги, выступающие челюсти, крупные коренные зубы.

Находки 1990-х годов увеличили возраст архантропов *до 1,8 млн. лет.*

Хотя *архантропы вымерли самое позднее 400 тыс. лет назад*, в некоторых изолятах (например, на островах Индонезии) они могли сохраниться до появления современного человека, что подтверждают недавние находки.

В дальнейшей эволюции архантропов много неясного.

***Вероятно, все азиатские формы – это тупиковая ветвь, а эволюция человека связана с африканской формой*.**

Эта форма эволюционировала в новый вид – *Homo heidelbergensis*.

Гейдельбергский человек первоначально был также отнесен к архантропам, но затем получил статус не только самостоятельного вида, но и одного из ключевых звеньев в эволюции человека.

Впервые он был обнаружен в 1907 г. приват-доцентом Гейдельбергского университета О. Шетензаком.

В то время эта находка, возраст которой составлял *550 тыс. лет*, была самой древней в Европе.

Долгое время экземпляр 1907 г. был единственным, однако находки 1960–1970-х годов показали широкую распространенность этого вида.

Возраст большинства находок приходится на диапазон в *600–150 тыс. лет*.

Самая северная из них была сделана в Англии в 1977 г.

Возник новый вид, вероятно в Африке, от *Homo ergaster около 1 млн. лет назад* и довольно долго сосуществовал с архантропами.

Homo heidelbergensis **удивительным образом сочетал в себе прогрессивные и архаичные черты.**

Сохраняя многие анатомические характеристики, присущие архантропам, он заметно отличался от своих предшественников возросшим объемом мозговой полости.

Объем головного мозга гейдельбергского человека равнялся 1100–1300 см^3.

Шаг вперед был сделан и в области культуры.

Именно гейдельбергскому человеку отдают приоритет в изобретении одежды и примитивных построек для жилья.

Огонь прочно вошел в его повседневный быт.

На высоком уровне было качество изготовленных орудий, выполняющих не только практическую, но, возможно, и эстетическую функцию.

Вопрос о наличии у гейдельбергского человека членораздельной речи окончательно не решен.

Гейдельбергский человек был *первым «настоящим» охотником среди предков человека*, охотясь даже на весьма крупных животных.

У предшествующих видов основную долю мясной пищи составляла не добыча на охоте, а падаль (которую тоже надо было отвоевать у конкурентов).

Еще более широкое распространение, чем у архантропов, получил у гейдельбергского человека *каннибализм*, что подтверждают многочисленные находки разбитых костей и черепов с выломанными основаниями. Очевидно, каннибализм не был редкостью у предков человека на всем протяжении антропогенеза.

Охота заставила гейдельбергского человека активно осваивать новые земли. В связи с широкой распространенностью его с полным правом можно считать «древним человечеством планетарного масштаба» (Зубов А. А., 2004).

Четко наблюдаются две волны миграции гейдельбергского человека: в Европу, вероятно через Гибралтарский пролив – около 800 тыс. лет назад, и в Азию – около 400 тыс. лет назад.

Эти миграции имели принципиальное значение для эволюции человека.

В связи с широким расселением гейдельбергского человека неизбежным было образование нескольких географических групп, которым некоторые исследователи склонны придавать статус вида.

Наиболее сильно отличаются от африканских форм европейские представители.

В этом плане особо следует отметить находку испанских антропологов в 1994 г., возраст которой составляет *780 тыс. лет.*

Обнаруженный экземпляр (останки подростка с явно прогрессивными человеческими чертами) был выделен ими в особый вид – *Homo antecessor* («*человек предшествующий*»), который во многих схемах антропогенеза занял ключевую позицию на пути к современному человеку.

Однако другие антропологи считают эту находку ранней европейской формой гейдельбергского человека, не разделяя взглядов на нее как на самостоятельный вид.

Ветвь, которая мигрировала в Европу, эволюционировала затем в неандертальца – Homo neanderthalensis.

Гейдельбергский человек

Черепа из Сима де лос Уэсос в Испании, представители *Homo heidelbergensis*

Нижняя челюсть Мауэр из-под Гейдельберга (Германия), послужившая основой для описания вида *Homo heidelbergensis*

Реконструкция облика Араго 21 из Франции

Гейдельбергский человек

Череп Штейнгейм из Германии

Скелеты гейдельбергского человека из пещер Атапуэрка в Испании

Древнейшие люди – архантропы (резюме)

Жили приблизительно от 2,3 млн. лет до 150 тыс. лет назад

- **рост 165-180 см**
- **объем мозга 800-1400 $см^3$**
- **постоянное прямохождение**
- **формирование речи (?)**
- **овладение огнем**
- **изготовление орудий**
- **изобретение одежды**
- **примитивные постройки для жилья**
- **высокая миграционная активность**

Палеоантропы. Неандертальцы.

Судя по многочисленным находкам, *обитали в Африке, Европе, Передней и Средней Азии, в Китае в период от 250 до 30 тыс. лет назад.*

Неандертальцев долго рассматривали как непосредственных предков современного человека, однако сейчас они считаются тупиковой ветвью эволюции.

Неандертальцы длительно сосуществовали с *Homo sapiens* и были, в конце концов, вытеснены ими.

Морфологические особенности неандертальцев сочетали ряд специфических черт.

Они были невысокого роста (около 160 см) имели массивный череп с толстыми надглазничными валиками и покатым лбом, обладали необычайно мощной мускулатурой.

Их кости были в 1,5 раза толще костей современного человека.

Неандертальцы были единственными сугубо плотоядными представителями в филогении гоминид. Они охотились даже на таких крупных животных, как пещерный медведь и шерстистый носорог, что отразилось на строении их зубов. Мясо составляло основу рациона неандертальцев: если коренные зубы неандертальцев были меньше, чем у предшествующих гоминид, то резцы были крупнее.

Объем черепной коробки неандертальцев (*в среднем около 1500 см^3*) иногда даже превышал средний объем мозга современного человека.

Первоначально считали, что крупный мозг неандертальца не равнозначен мозгу современного человека и характеризуется слабым развитием лобных долей, наиболее важных для развития психики.

Большинство ученых сейчас считают, что по своему биологическому потенциалу интеллектуальные задатки неандертальцев и «сапиенсов» были почти равны.

В период одновременного существования *Homo neanderthalensis* и *Homo sapiens* (а это более 100 тысяч лет!) между ними не обнаруживалось резких интеллектуальных различий. И тем и другим были свойственны орудийная деятельность, одежда из шкур, примитивные жилища и, вероятно, первые культы.

Резкий отрыв в культурном отношении у «сапиенсов» произошел тогда, когда неандертальцы уже «сошли со сцены».

У неандертальцев мы находим проявление альтруизма, заботу о больных и раненых. Умерших соплеменников они хоронили в специально вырытых ямах, куда складывали пищу и оружие. Скелеты неандертальцев чаще обнаруживаются в позе спящего человека. Возраст самых ранних захоронений насчитывает почти 100 тыс. лет.

Очень мало что известно об искусстве неандертальцев. Не найдено никаких наскальных изображений, однако культура изготовления каменных орудий была у них на достаточно высоком уровне.

Не ясен вопрос о наличии у неандертальцев речи, хотя большинство антропологов придерживаются мнения об отсутствии у них способности к речевой функции. Возможно, это было главной причиной их «поражения» в конкурентной борьбе с *Homo sapiens*.

Неандертальцы были чрезвычайно широко распространены в Европе.

Но больше всего споров вызывают так называемые нетипичные неандертальцы, обнаруженные в Палестине, Закавказье, Северной Африке.

Некоторые антропологи считают, что разные линии неандертальцев эволюционировали от разных архантропов.

Уникальный эксперимент был проведен в США в 1997 г. группой генетиков под руководством М. Крингса. Выделив митохондриальную ДНК неандертальца и проведя сравнительный анализ с митохондриальной ДНК шимпанзе и человека, ученые показали, что ветви неандертальца и современного человека разошлись еще 555–690 тыс. лет назад. Этот факт практически исключает неандертальцев из числа наших непосредственных предков.

Скорее всего, неандертальцы и «сапиенсы» появились одновременно от общего предка, хотя в разных местах, и характеризовались примерно одинаковым развитием мозга. Таким образом, неандертальцев можно рассматривать как «резервный вариант человечества» (Вишняцкий Л. Б., 2004).

Неандертальцы

Гибралтар 1, один из первых найденных черепов неандертальцев

Реконструкция облика Кабве (Брокен Хилл) из Замбии, первоначально описанного как *Homo rhodesiensis*

Неандертальцы

Череп ребенка неандертальца из грота Тешик-Таш в Узбекистане

Черепная крышка из долины Неандера под Дюссельдорфом (Германия) – первый научно описанный череп неандертальца

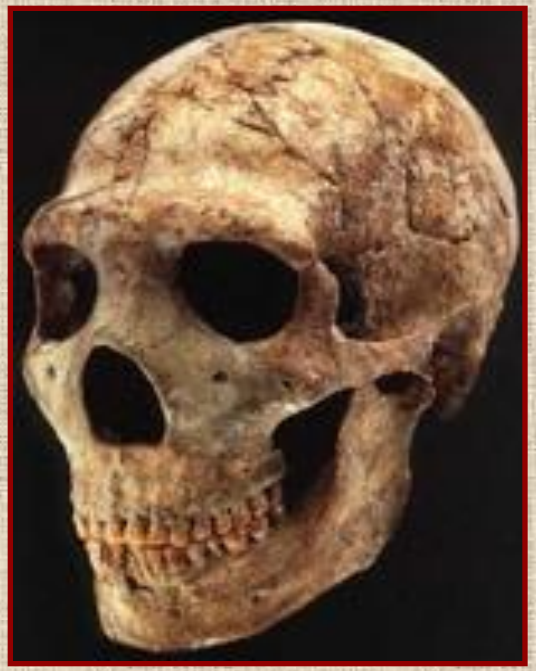
Реконструкция облика ребенка Гибралтар 2

Неандертальцы

Череп Джебель Ирхуд 1 из Марокко;

Череп Херто из Эфиопии, имеющий датировку 160 тыс.л.н.

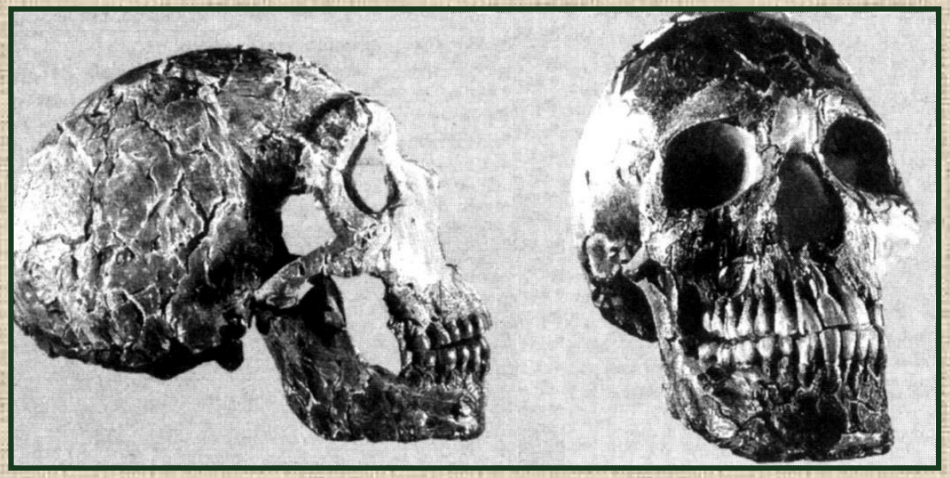
Неандертальцы



Череп Амуд 1 из Израиля

Череп Схул 5 из Израиля, имеющий, вероятно, датировку 119 тыс. л. н.

Скелет Кебара 2 из Израиля

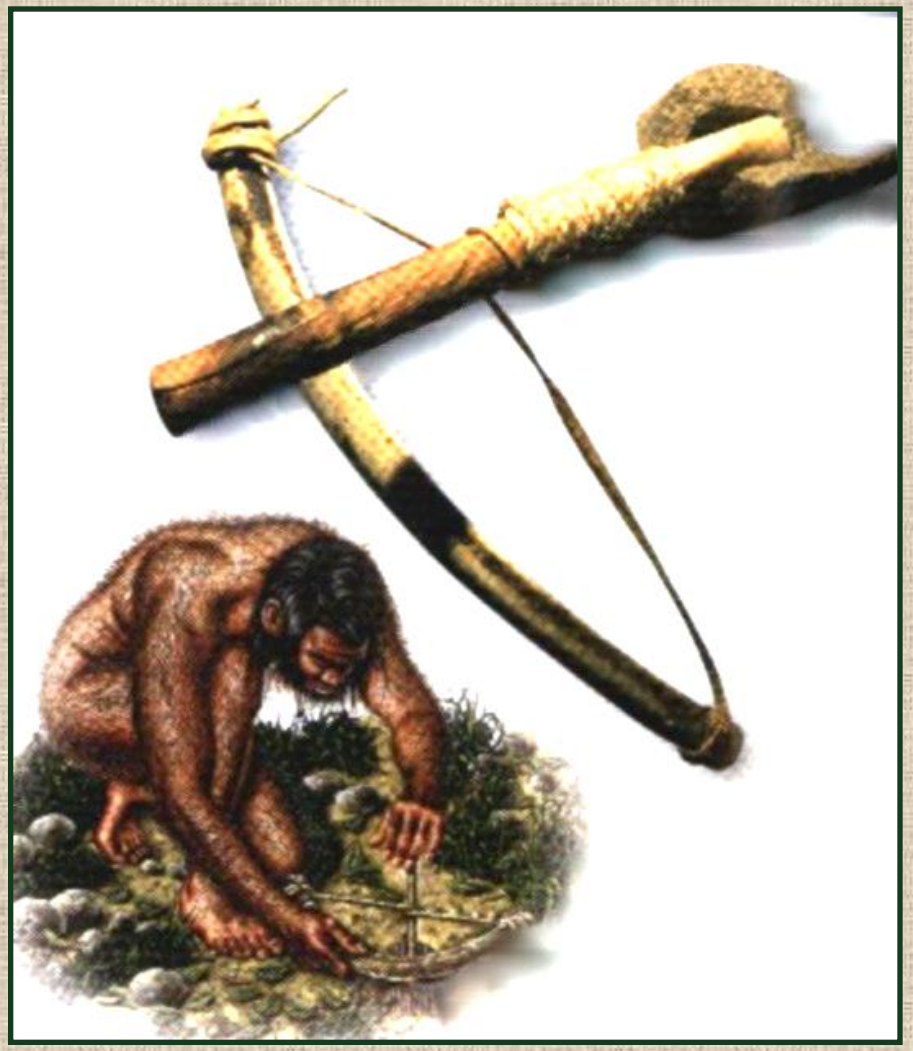


Череп неандертальца и человека современного типа

Неандертальцы были бродячими охотниками и жестокими каннибалами, питавшимися часто сырым мясом, в том числе и человеком современным.

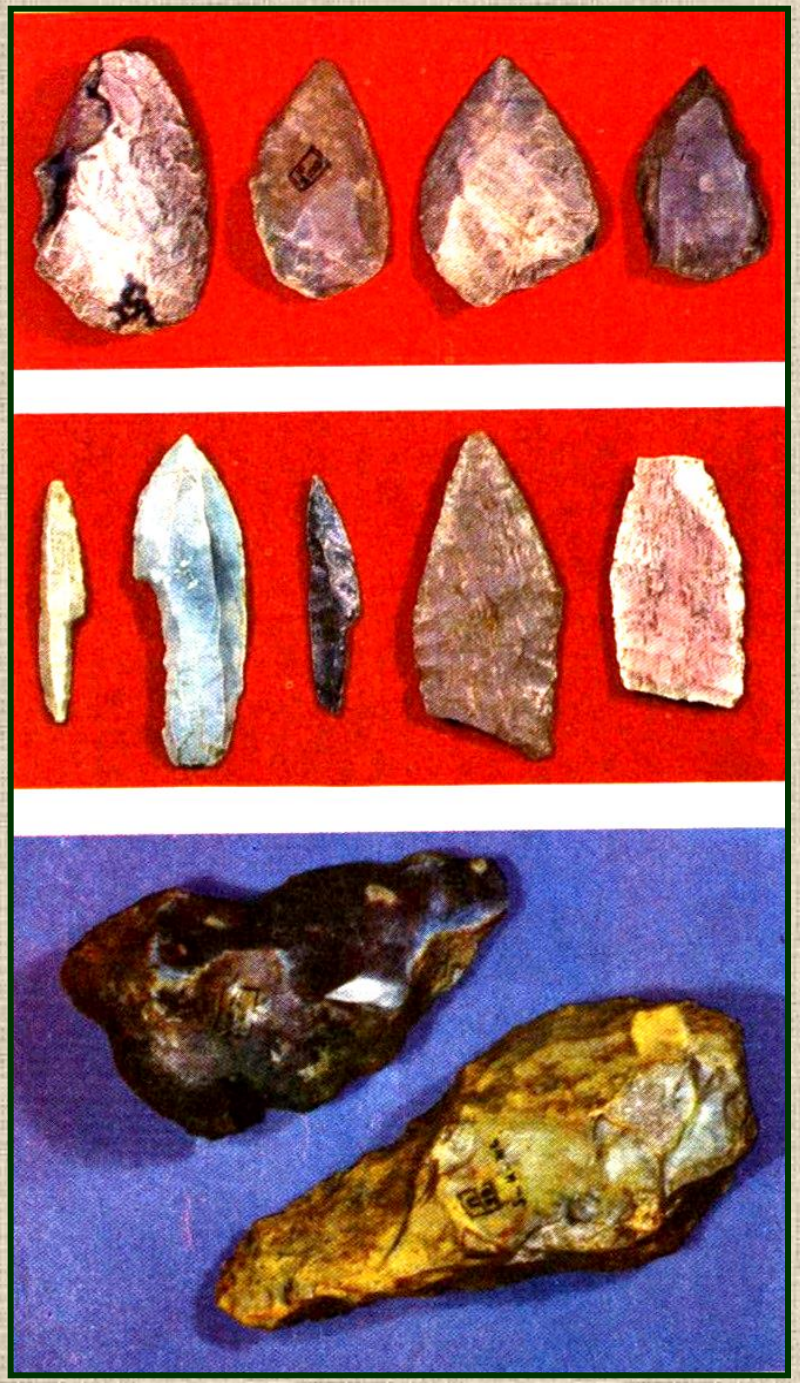
Однако, несмотря на каннибализм, они хоронили своих близких, украшая могилы рогами животных.

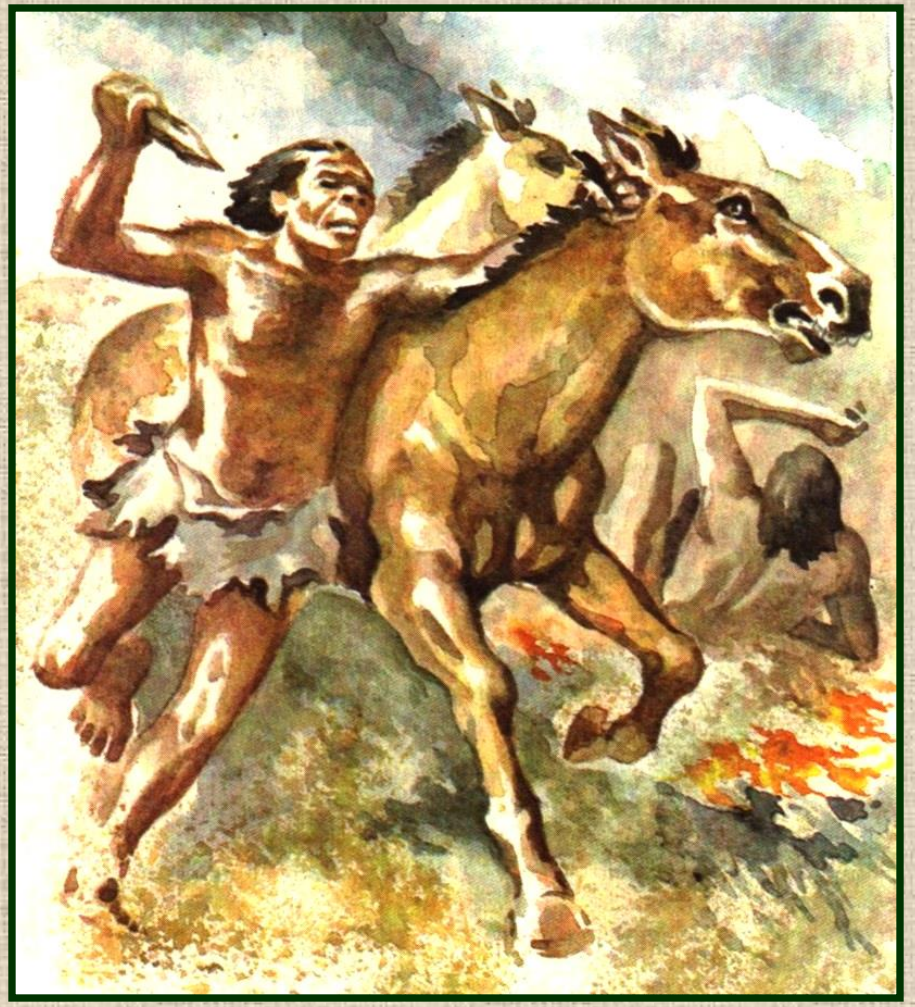
Был у них культ пещерного медведя и, видимо, других животных и деревьев (как у американских индейцев и некоторых племен Ю-В Азии и Африки). Они делали культовые рисунки в пещерах.



Разжигание костра трением

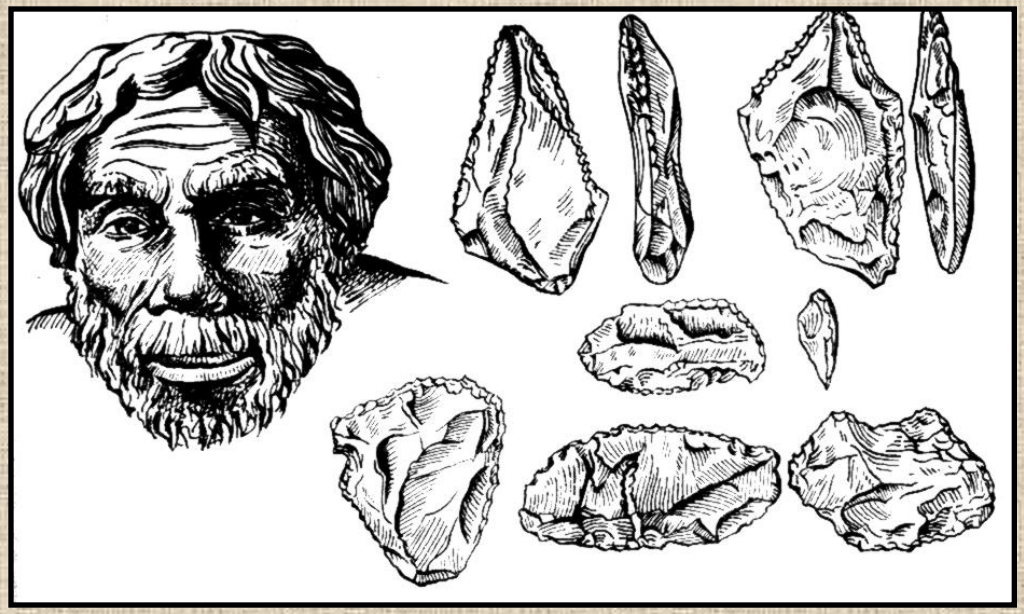
Трут набитый в деревянную втулку воспламеняется от нагревания быстро вращающейся в ней палочки.





Неандертальцы были искуснейшими охотниками

Каменные орудия неандертальцев (сверху вниз): скребла, наконечники, рубила



Неандертальцы создали культуру скребел и наконечников – *мустьерскую культуру.*

Широко пользовались огнем, были искусными охотниками на крупных зверей – мамонтов и шерстистых носорогов

Жили они в эпоху самого сурового оледенения, поэтому изобрели меховую одежду, копье с каменным наконечником.

Жили в пещерах или строили жилище из камней, ветвей деревьев и костей животных, покрытых шкурами животных.

Неандертальцы – древние люди (резюме)

Жили 250-30 тыс. лет назад

- рост 165-170 см
- объем мозга 1200-1500 $см^3$
- нижние конечности короче, чем у современных людей
- бедренная кость сильно изогнута
- низкий скошенный лоб
- сильно развитые надбровные дуги

- жили группами по 50-100 особей
- использовали огонь
- изготавливали разные орудия труда
- строили очаги и жилища
- осуществляли захоронения погибших собратьев
- зачатки речи
- возникновение религии
- умелые охотники
- сохранялся каннибализм

Неоантропы

Вероятнее всего, восточно-африканские переходные формы от архантропов к палеоантропам дали начало и линии современного человека «сапиенсов».

А.А. Зубов (2004) восстанавливает всю цепочку соответствующих находок, начиная от 600 тыс. лет до современности по названиям пунктов находок: Бодо, Кабве, Элие Спрингс, Летоли 18, Омо 2 и, наконец, Омо 1, возраст которого *130 тыс. лет.*

Это уже человек современного анатомического типа – *неоантроп*.

Неоантропы, как и за миллион лет до этого архантропы и за 100 тысячелетий палеоантропы, мигрировали из Африки в Переднюю Азию, а затем распространились по всему миру.

***Исход неоантропов из Африки начался около 70 тыс. лет назад*.**

Примерно 45 тыс. лет назад наши предки оказались на юге Восточной Европы, на Балканах и в течение следующих 30 тыс. лет распространялись по всему пространству Европы, не занятому последним, вюрмским оледенением.

Большинство их представителей были высокого роста (*более 180 см*), не столь грубо сложены, как неандертальцы, имели более округлый череп, объем их черепной коробки составлял *1400–1500 см^3.*

«Сапиенсы» делали наиболее совершенные орудия, причем не только из камня, но и из кости, рога, дерева.

История изучения «сапиенсов» начинается с 1868 г., когда французский палеонтолог Л. Лартэ в пещере Кроманьон в долине реки Везер обнаружил 5 скелетов «*кроманьонского человека*», возраст которых составлял *30 тыс. лет.*

Первоначально «*кроманьонцами*» называли всех «архаичных сапиенсов», но затем это название закрепили за одной из многочисленных рас *Homo sapiens* верхнего палеолита.

В настоящее время многими антропологами поддерживается концепция африканской прародины человека современного типа и *моноцентрическая* версия происхождения человечества.

В 1987 г. группа генетиков под руководством А. Вилсона (США) исследовала *митохондриалъную ДНК* в 147 популяциях современного человечества и пришла к выводу о происхождении человека современного типа от одной африканской популяции, более того, от одной женщины-прародительницы – «Африканской Евы».

Предполагаемое время существования «Евы» – около 130 тыс. лет назад (Wills Ch., 1995). Генетические методы позволяют определить *возраст исходного африканского очага «сапиентации» в 600–700 тыс. лет.*

Эти две столь разные даты (130 тыс. и 600 тыс. лет) отражают *два разных, но одинаково важных момента антропогенеза: выделение эволюционного направления, ведущего к «сапиенсам», и возникновение первых представителей Homo sapiens.*

Линия, ведущая к «сапиенсам», выделилась среди африканских представителей *Homo heidelbergensis* примерно *600–700 тыс. лет назад*.

Около 130 тыс. лет* назад также в Африке сформировался новый вид – *Homo sapiens*, который *100–120 тыс. лет назад мигрировал в Переднюю Азию, а затем, 35–40 тыс. лет назад, – в Европу.

В Европе «сапиенсы» вытеснили (или, как считают некоторые антропологи, ассимилировали) живших там неандертальцев.

Цивилизация неандертальцев перестала существовать примерно 30–25 тыс. лет назад.

У этой схемы имеется большое число альтернативных вариантов, во многом зависимых от личных взглядов авторов.

Одним из таких вариантов является *концепция полицентрического происхождения человечества*.

Люди верхнего палеолита

Череп Кро-Маньон 1 (Франция), по которому названы все кроманьонцы

Череп верхнепалеолитического человека из Пшедмости в Чехии, ранний кроманьонец с рядом примитивных черт

Люди верхнего палеолита

Портрет человека из бивня мамонта, найденный в Дольни Вестонице (Чехия)

Погребение мужчины Сунгирь 1 (Россия, Владимирская область)

Реконструкция кроманьонца

Неоантропы были высокого роста (170-180 см) с крупными грубыми чертами (сходны с жителями Кавказа и Балкан).

Объем мозга – 1200–1400 $см^3$.

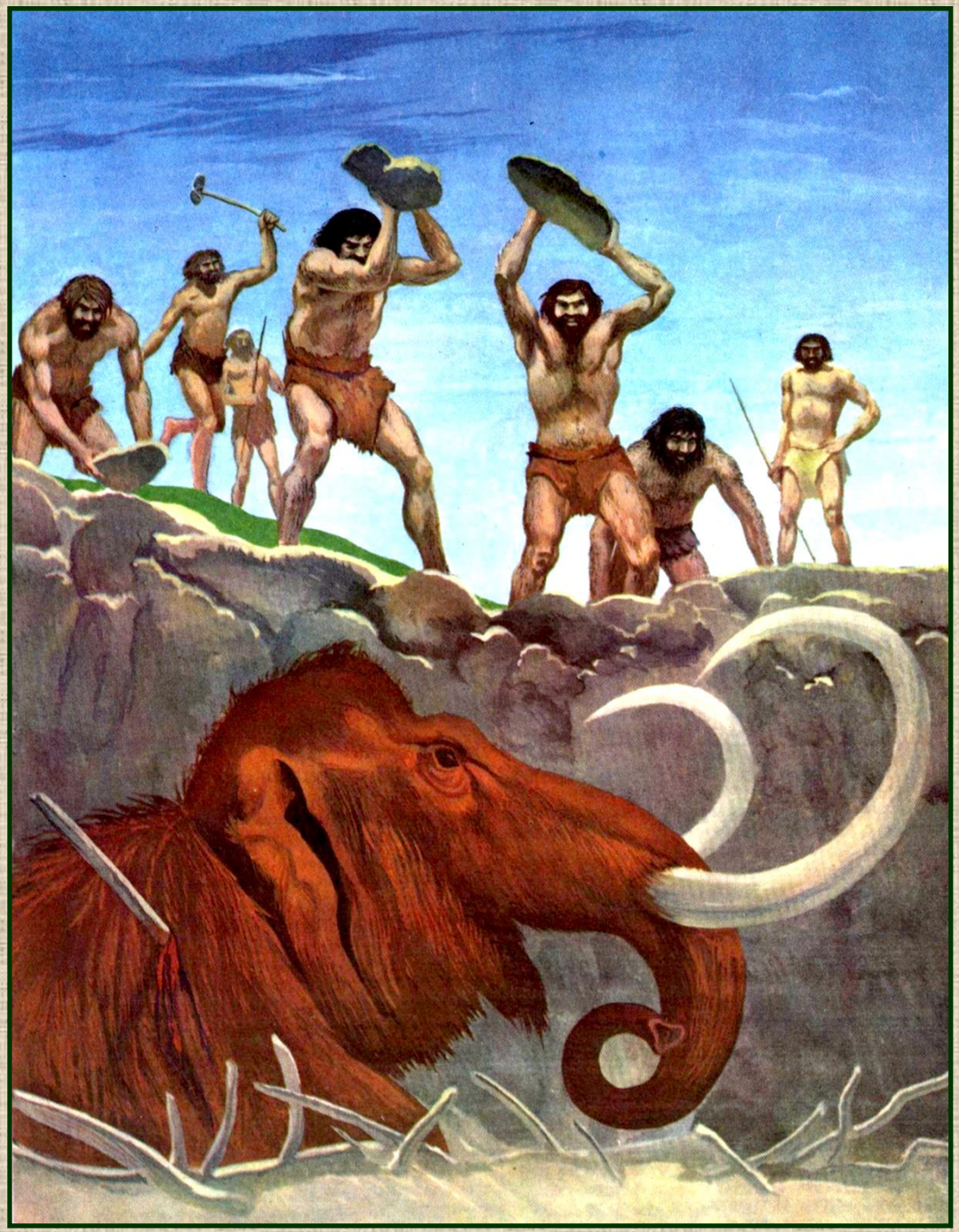
Череп имел высокий лоб, небольшой надбровный валик, легкую нижнюю челюсть с четко выраженным подбородочным выступом, что свидетельствует о развитой членораздельной речи.

Жили они в пещерах или строили жилища.

Украшали себя ожерельями, браслетами, кольцами.

Характерной особенностью стала наскальная живопись (Капова пещера на Южном Урале).

У них биологические факторы в эволюции во многом утратили свое значение и эволюция приобрела социальный характер.



Неоантропы жили во времена последнего ледникового периода.

Как и неандертальцы они охотились на крупных животных, устраивая для них всевозможные ловушки.

Мясо одного мамонта могло прокормить одно человеческое племя в течение 2-3 мес., поэтому стоянки устраивались чаще там, где убивали крупное животное (в условиях вечной мерзлоты мясо не портилось, но требовало охраны от диких хищников)

Реконструкция охоты неоантропов на мамонта

1

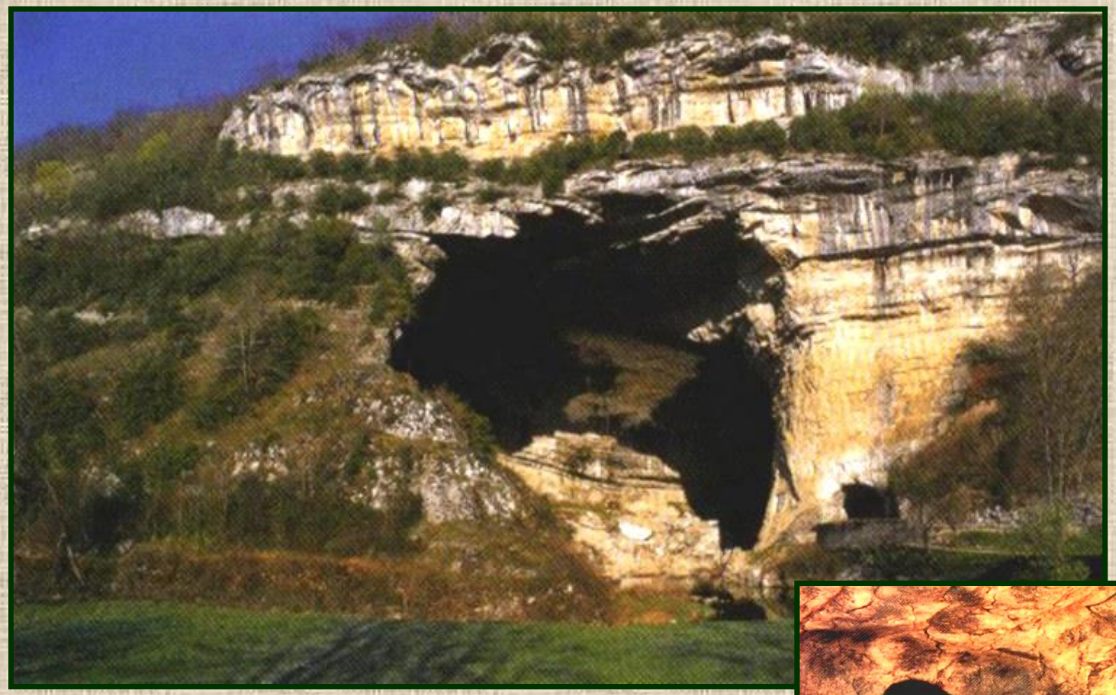
2

3

Костяные крючки, иглы и наконечники стрел неоантропов, живших 15-20 тыс. лет назад

22. Наконечники стрел.

Человек современный имел более совершенные орудия труда, сделанные из костей, рогов и каменных платин (чаще из яшмы). Они имели легкие копья, луки, каменные топоры и ножи. Именно появление *шательперронской культуры* в Европе связывают с приходом неоантропов.

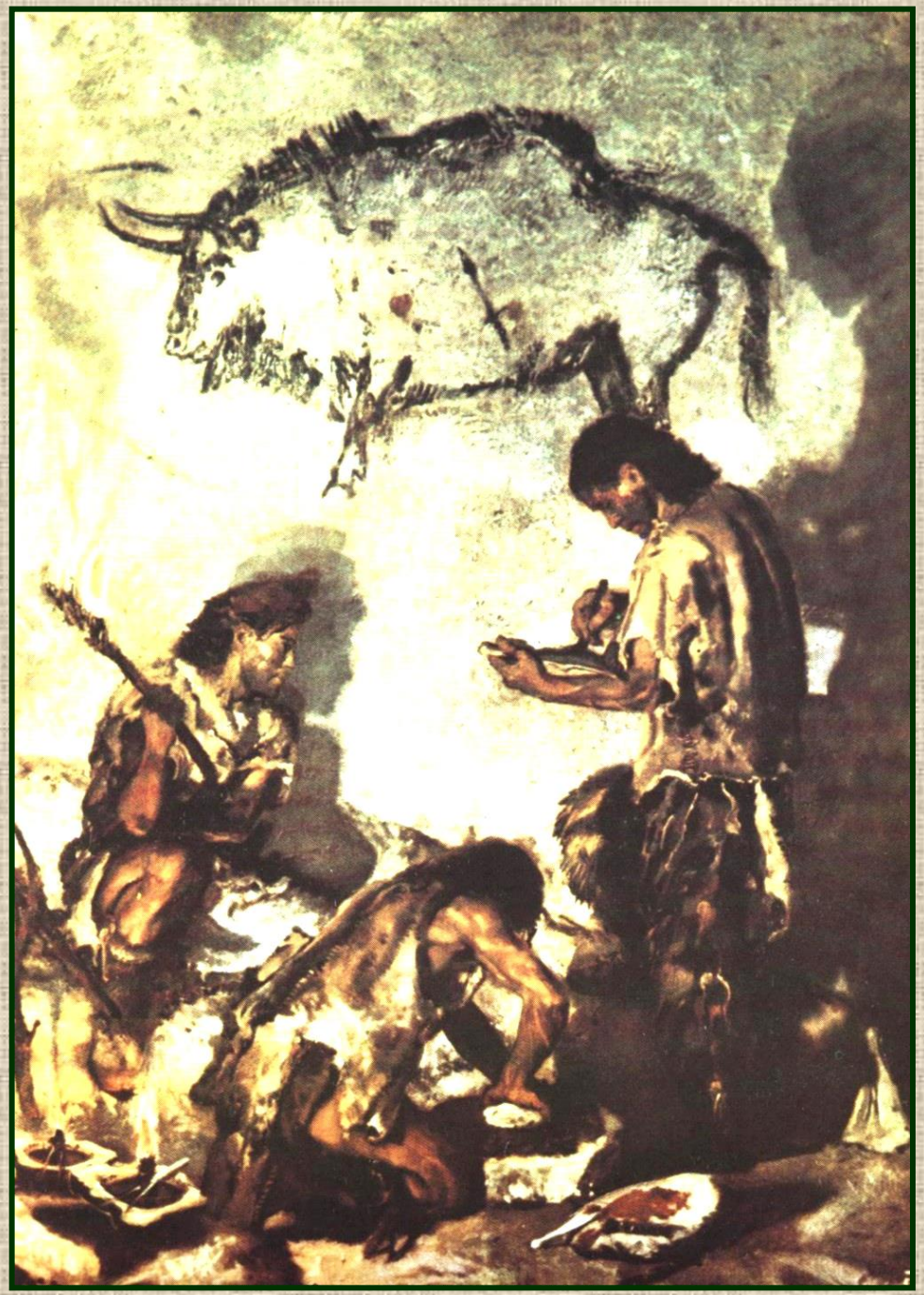


Неандертальцы и неоантропы относятся к *троглодитам,* т.е. к пещерным людям.

Грот Мас-д´Азиль во Франции

В пещерах люди жили подолгу, но в антисанитарных условиях, поэтому средняя продолжительность жизни у них была 30–35 лет.

Реконструкция быта пещерных людей

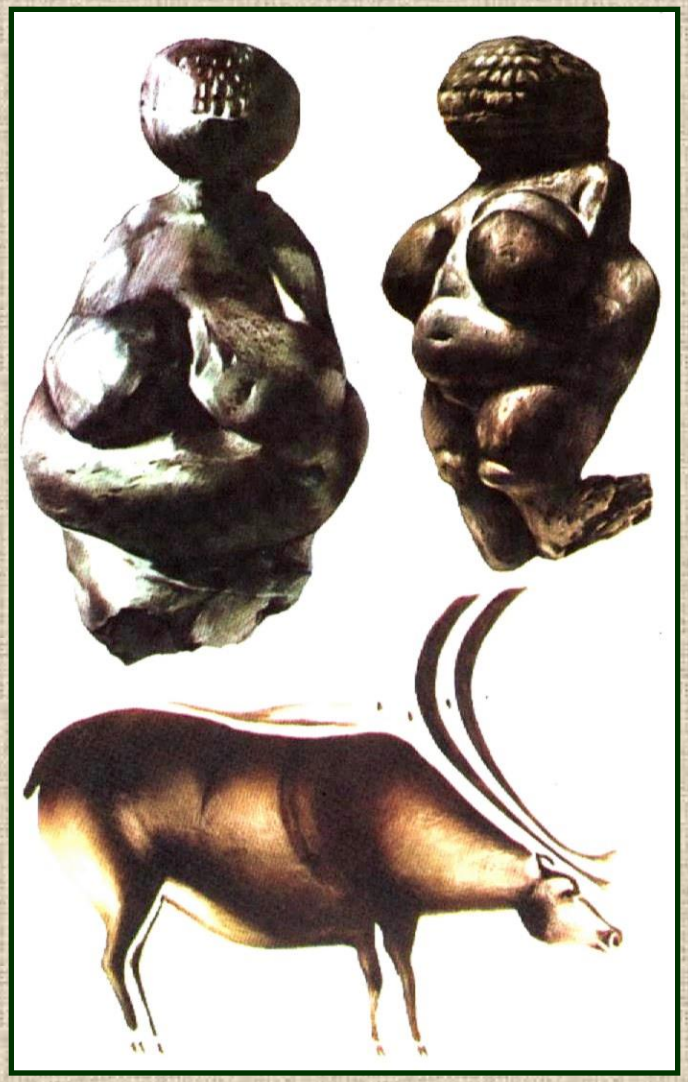


Устройство могилы кроманьонца

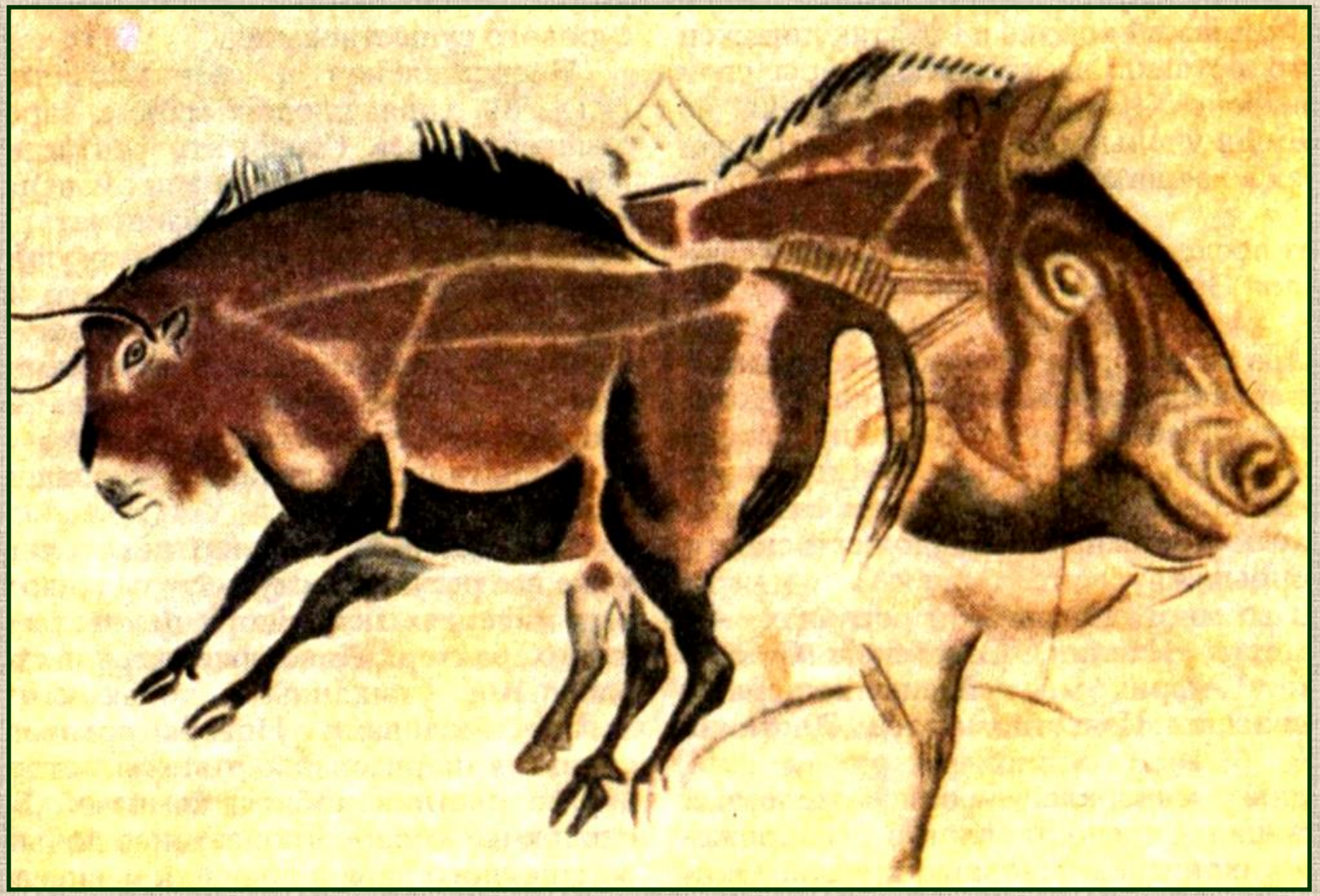
Похороны всегда сопровождались ритуальными обрядами.

Художники древнекаменного века

Китайская «Венера» эпохи раннего палеолита. Найдена на С-З Китая в бассейне р. Хуанхэ. Это был символ плодородия



Скульптурные изображения женщин – продолжательниц рода, был особенно широко распространен в период «матриархата». Первоначально рисунки и скульптуры, возможно, входили в культовый обряд и имели магическое значение.



Пещера Альтамира в Испании покрыта фресками с изображениями оленей, бизонов, туров, диких лошадей, козлов, почти в натуральную величину

Известно более 70 таких пещер в Испании, Франции, Италии, России, Скандинавии и Африке. Жили эти художники примерно 15-30 тыс. лет назад.

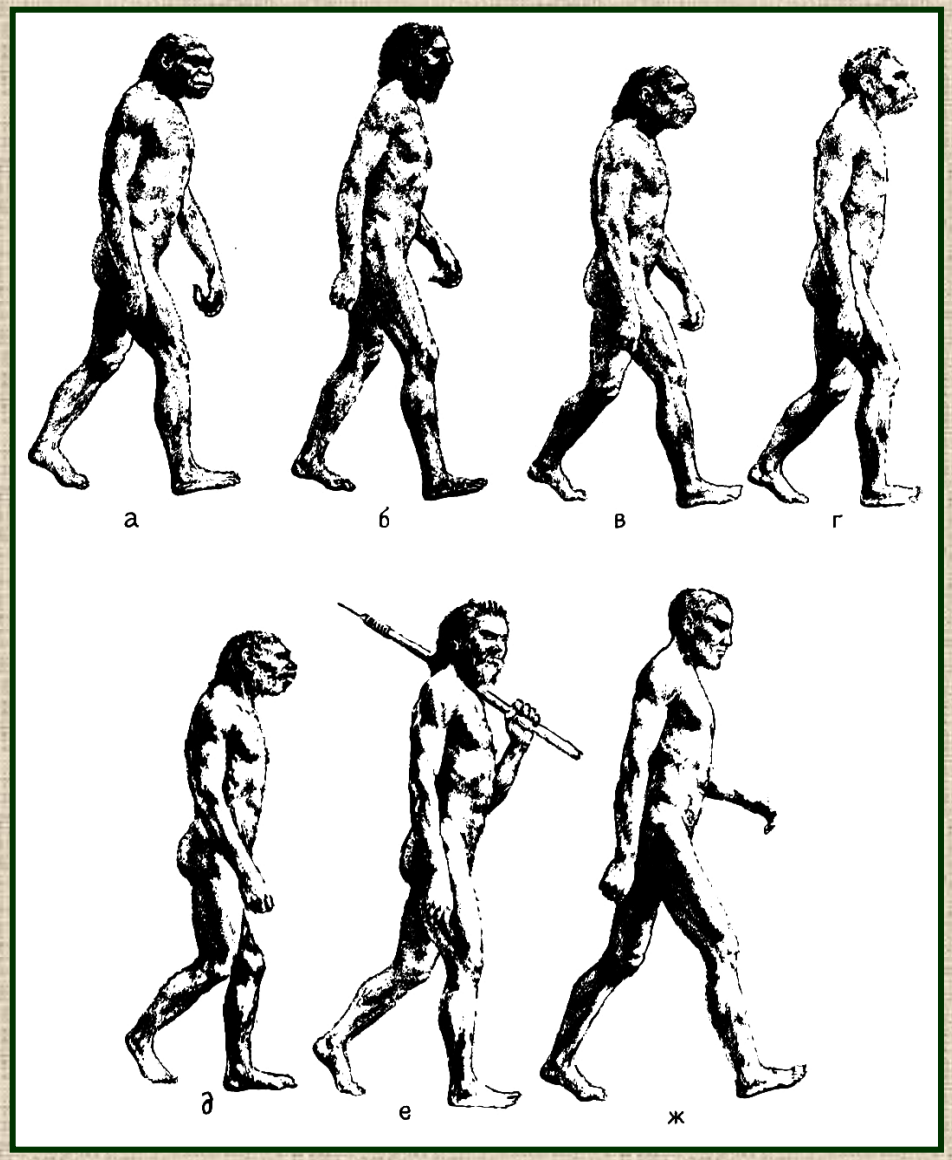
Люди современного типа – кроманьонцы

Жили 30-40 тыс. лет назад

- рост до 180 см
- объем мозга около 1600 $см^3$
- отсутствует сплошной надглазничный валик
- плотное телосложение
- развитая мускулатура
- подбородочный выступ

- жили в родовой общине, строили поселения
- изготовляли сложные орудия труда
- умели шлифовать, сверлить
- сознательное захоронение умерших собратьев
- развитая членораздельная речь
- носили одежду из шкур
- целенаправленная передача опыта
- альтруизм, человеколюбие
- бережное отношение к старикам
- возникновение искусства
- приручение животных
- первые шаги земледелия

Происхождение человека современного – самая загадочная «глава» антропологии.

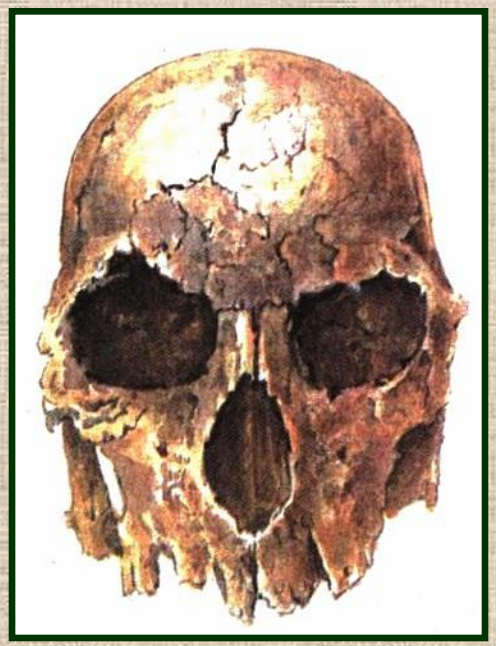


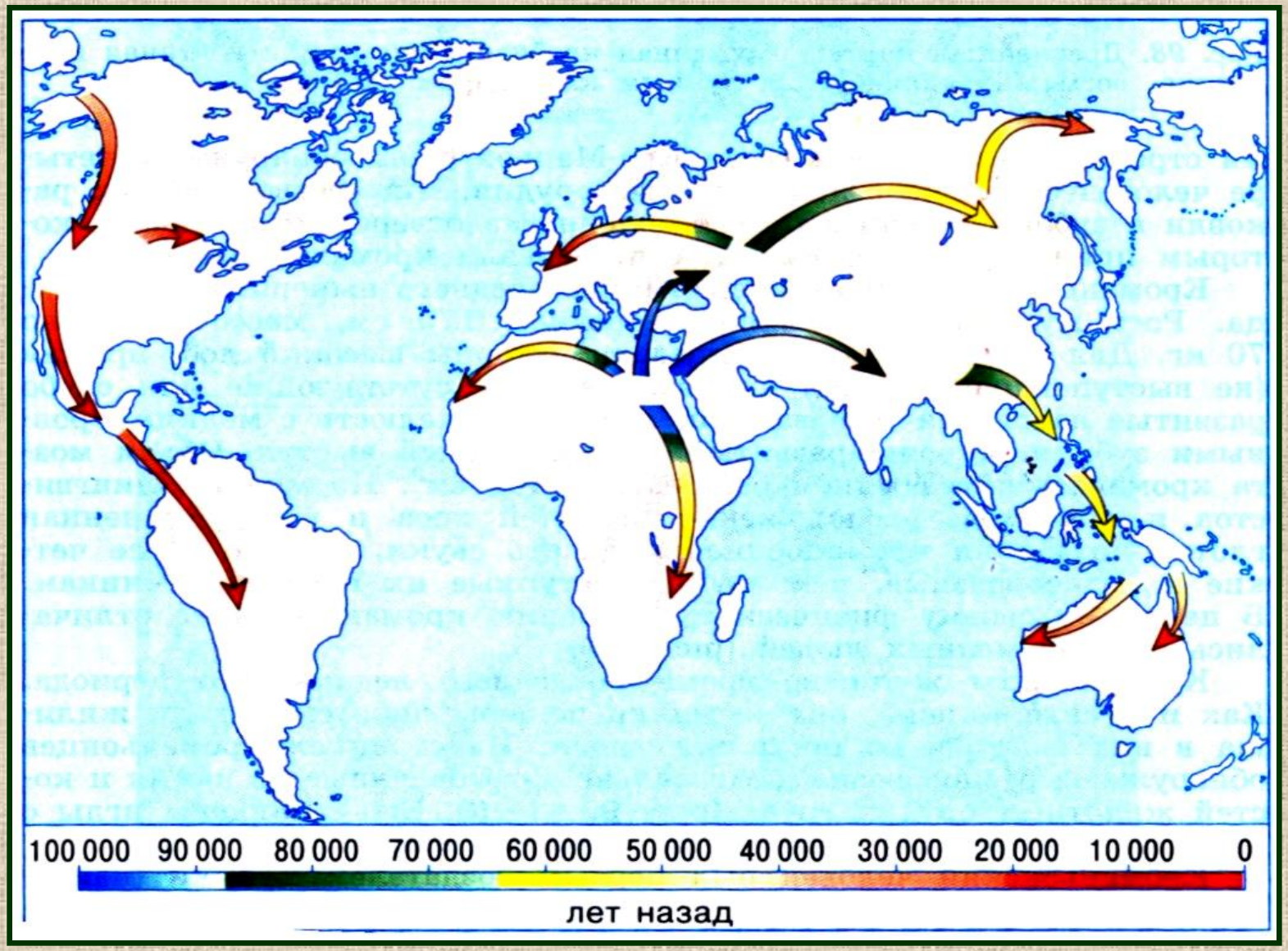
а - человек выпрямленный, б - вероятный предок человека современного, в - человек с р.Соло, г - родезийский человек, д - неандерталец, е, ж - чел. современный

В Центральной Африке был найден череп (№1470) с чертами человека современного, но жило это существо около 2 млн. лет назад.

Объем мозга у него был 777 $см^3$.

Видимо, эти черты (отсутствие надбровных дуг и высокий лоб) надолго растворились в аборигенных формах, и лишь у ранних африканских палеоантропов они накопились и сформировали современный тип человека





Примерное время и пути расселения человека современного по Земле. Около 100-80 тыс. лет назад из С-В Африки неоантропы стали переселяться в Ю. и Ю-В Азию и на Кавказ, а с отходом ледника, переместились в Европу и Центральную Азию и далее в Америку.

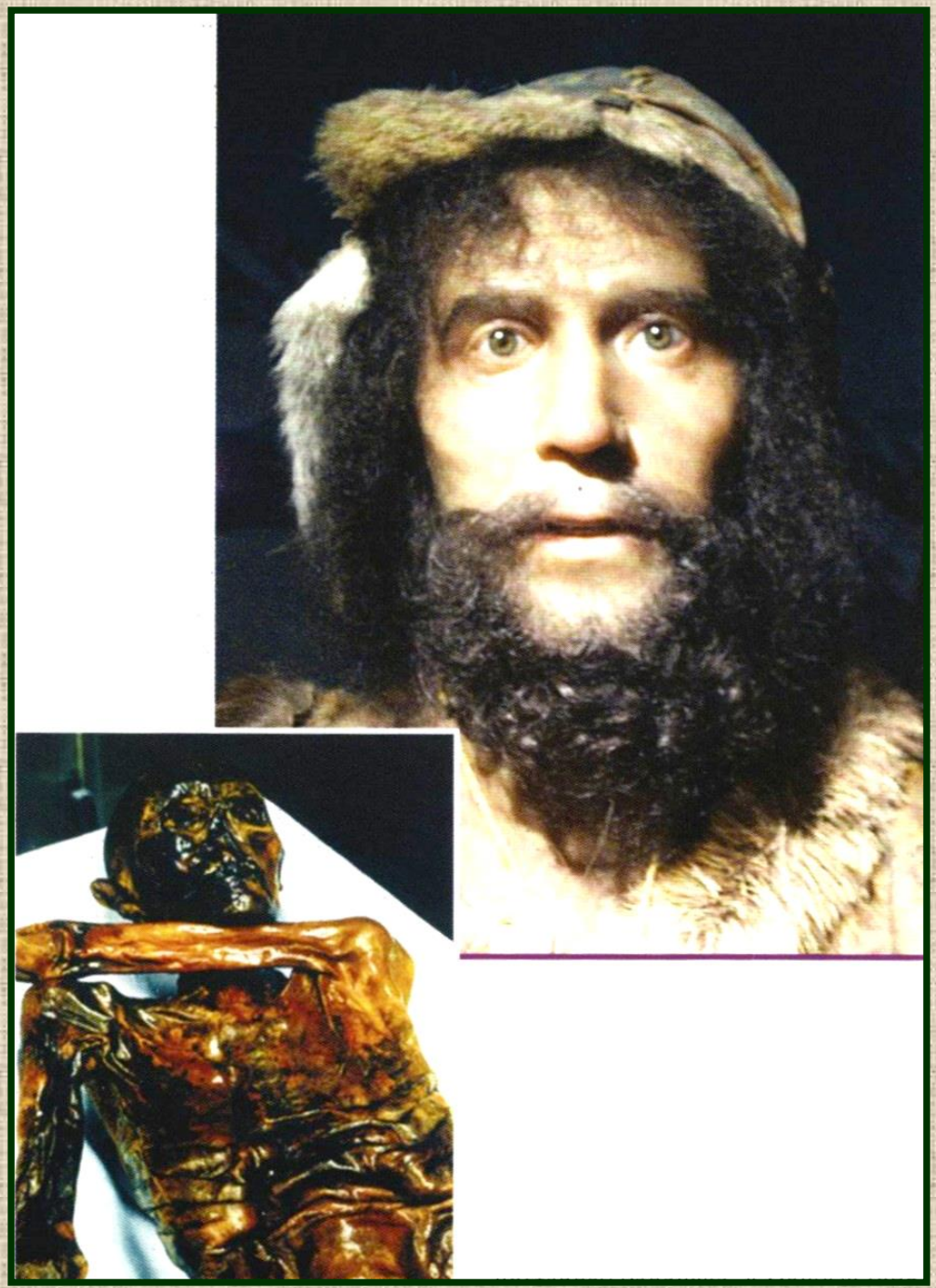
Кроманьонцы. Реконструкция М.М. Герасимова

Человек современный был широко распространен в Евразии и Африке и три его крупные географические популяции сформировались в три основные расы: европеоидную (кроманьонцы), монголоидную (человек Верхней пещеры) и негроидную (Боскопский человек).

Прямыми предками кроманьонцев ученые считают басков – древнюю народность Испании, у которых даже язык не имеет родственных корней ни с одним языком мира.

Главным фактором антропогенеза считают естественный отбор на лучшую орудийную деятельность.

В этом жестком отборе победил человек современный.



В 1991 г. в Альпах (на границе с Италией) была обнаружена самая знаменитая мумия человека, пролежавшая во льдах около 5300 лет.

Её назвали Отци.

Это единственная мумия, где сохранились в нетронутом виде все внутренности.

Мумия бесценна, поэтому хранится в специальной герметичной камере при Т˚- 6˚С.

Ученые восстановили облик «ледяного человека»

На момент гибели (он упал со скалы) ему было не более 30-33 лет.

Хорошо сохранившиеся личные вещи Отцы позволили ученым воссоздать облик этого человека и больше узнать о быте людей той эпохи.

Металлические наконечники стрел и лук, сделанный из дерева, растущего только в Англии, свидетельствует о торговых отношениях между различными народами той далекой эпохи.

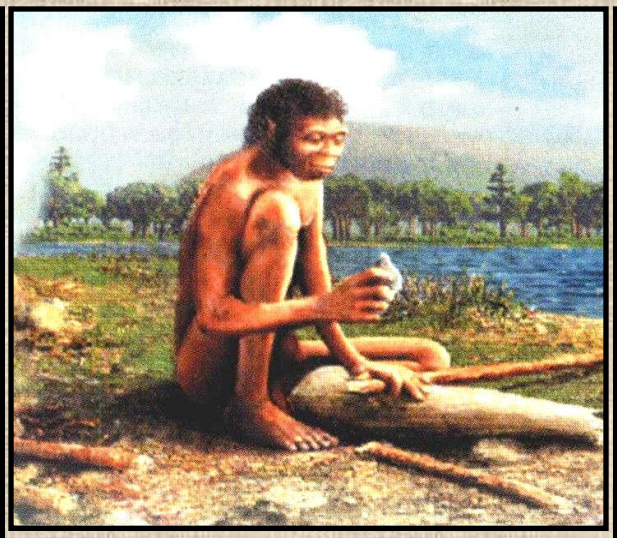
Кремневый нож

Рюкзак

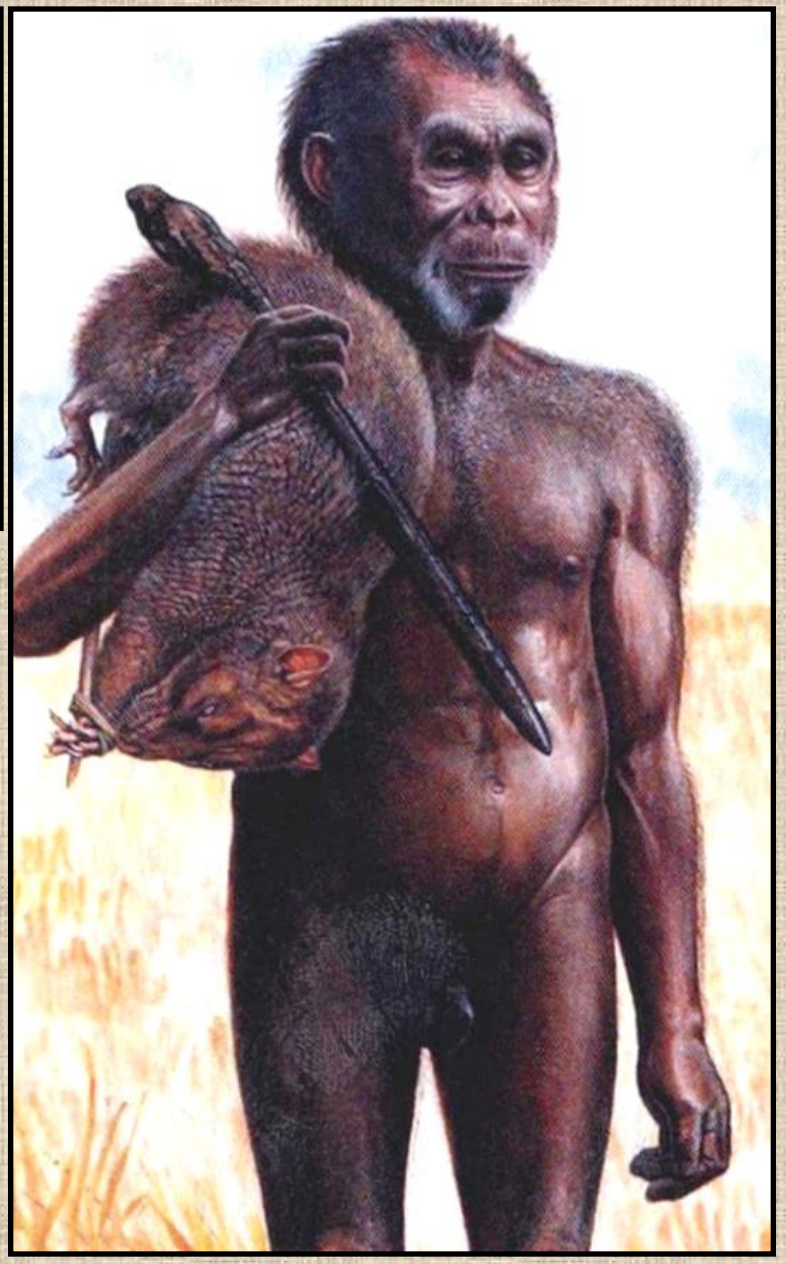
Фрагмент куртки Отци

Так выглядел Отци при жизни

Ископаемый Человек с о. Флорес



Реконструкция Человека с острова Флорес



В 2003 г. археологи на о. Флорес (Ю-В Азия) в пещере Лианг-Буа обнаружили останки 6 низкорослых людей, живших 10-12 тыс. лет назад. По строению скелетов они больше походили на Homo erectus, но орудия труда – наконечники, сверла, клинки, микролезвия были типичными для человека современного. Новый вид отнесли к Человеку разумному и назвали Homo sapiens floresiensis (Человек с о. Флорес).

Рост этих «хоббитов» составлял 90–95 см, вес не более 25 кг, а объем мозга – 380–400 см^3.

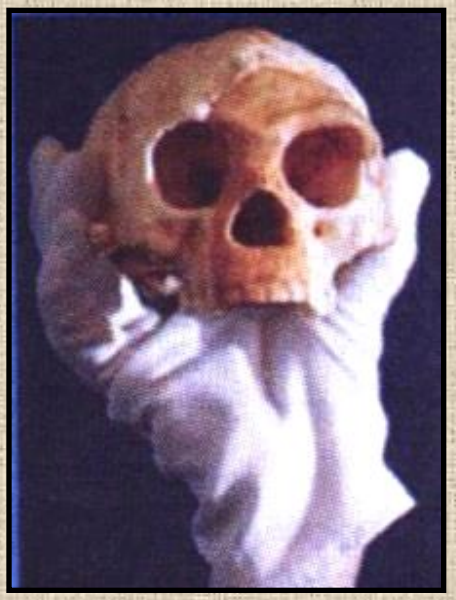
Загадочные находки

На Востоке о. Ява в 1974 г. было обнаружено 2 мумии высохших человечков мужского пола, рост которых не превышал 25 см.

У одного была небольшая седая борода.

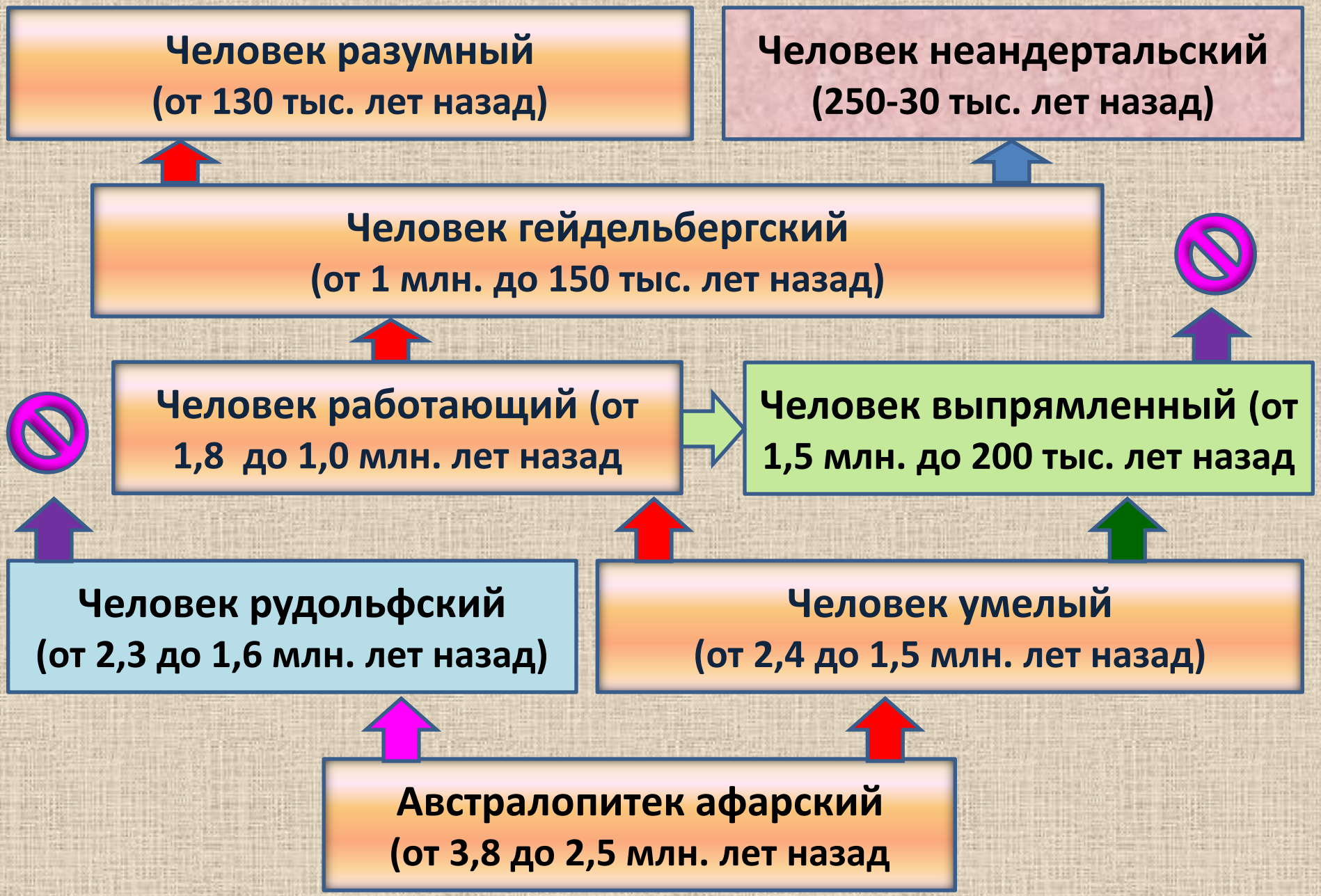
По предварительным данным умерли они около 3–4 тыс. лет назад.

Видимо, существующие у разных народов легенды о «гномах» имеют под собой реальную почву.



Череп взрослого карликового человека. Найден в июле 2005 г. на Ю-В Марокко в пустыне Тафилалет. Возраст находки – 35 тыс. лет.

Антропогенез – эволюция рода Homo



АНТРОПОГЕНЕЗ – ОБОБЩЕНИЕ

Эволюция человека имела ряд особенностей, важных для понимания биологии и экологии человека.

1. У предков человека, начиная с дриопитеков, не было далеко зашедшей морфологической, физиологической и экологической специализации.

Малая специализация означала повышенную эволюционную пластичность, потенциальную способность к разветвленной эволюции, гибкому приспособительному поведению и занятию различных экотопов и экологических ниш.

В то же время жизнь на деревьях, среди деревьев и под деревьями сформировала ряд адаптаций, которые сыграли ключевую роль в дальнейшей эволюции.

Во-первых, это касается ***совмещения у приматов локомоторной и хватательно-манипуляционной функций передних конечностей***, что ведет в дальнейшем к формированию настоящей руки и обеспечивает развитие инструментальной деятельности и использование орудий.

Рука получает огромную проекцию в двигательной коре больших полушарий.

Во-вторых, ***формируется очень разнообразная по геометрии движений моторика с превосходной пространственной ориентацией, с высокой общей подвижностью и энергетикой*** (это оттуда любовь детей к лазанью по деревьям и к качелям).

Соответствующая архитектоника опорно-двигательного аппарата и суставов перестает накладывать ограничения на положение тела в пространстве.

В-третьих, ***формируется острое бинокулярно-дальномерное зрение с хорошей фокусировкой*****.**

Вместе с различением цветов это способствует совершенному объемному зрению.

Существенное развитие получает зрительная кора.

Наконец, ***сочетание зрения с контролем движений передних конечностей закладывает основу для прогрессивного развития ассоциативных центров коры полушарий и высшей нервной деятельности.***

2. Было несколько решающих экологических факторов антропогенеза, которые сами по себе не были тесно связаны:

а) наличие в области обитания африканских высших обезьян обширной вулканической зоны, где в неогене существовали ***условия повышенного мутагенеза*****;**

б) ***вызванное изменениями климата сокращение пространства влажных тропических лесов*** и периодические перемещения границ между лесом и саванной в плейстоцене;

в) выраженная ***сезонность биопродуктивности и состава биогеоценозов саванны***;

г) ***географическая и экологическая изоляция небольших популяций гоминоидов***, ускорявшая естественный отбор и генетическое закрепление адаптаций;

д) ***вынужденные перемещения этих популяций***, связанные с динамикой фауны саванн и усугублявшие изменчивость экологической среды.

Антропогенез – следствие существования предков человека в определенных экологических условиях и результат конкретной эволюции, когда на каждом этапе имело значение решение актуальных адаптационных задач: увеличение размеров тела, переход с деревьев на землю, бипедия, всеядность, изготовление орудий, коллективная деятельность, возникновение речи, миграции и т.д.

3. ***Высокая адаптивность*** **в сочетании с незавершенностью набора консервативных инстинктов, нестабильность и** ***информационная насыщенность среды*****,** ***многовекторность экологической ниши*****, сложность** ***внутрипопуляционных взаимоотношений*****, разнообразная** ***инструментальная деятельность*****, наконец,** ***появление и развитие речи*** **обусловили у предков человека быстрое увеличение объема и функциональных возможностей коры больших полушарий, необычайное развитие надинстинктивной сферы приспособительного поведения,** ***высшей нервной деятельности и интеллекта*****.**

4. **Заключительные этапы антропогенеза знаменуются возникновением** ***культуры – совокупности средств создания материальных и духовных ценностей, речевой и знаковой передачи информации и обучения*****.**

Культура становится доминирующим фактором эволюции человека, ослабляя давление факторов естественного отбора.

Благодаря обучению – передаче навыков, умения и знания от одного поколения людей к другому – возникает культурное наследование, традиция.

Культура, культурное наследование становятся главными источниками возникновения общества и цивилизации.

Усвоение культурной информации в обществе происходит неизмеримо быстрее, чем передача по наследству генетической информации.

Поэтому темпы общественного прогресса и развития материальной культуры не только опережают биологическую эволюцию человека, но и в силу ослабления действия отбора замедляют ее.

Антропогенез качественно отличается от биогенеза прежде всего из-за хозяйственной деятельности неоантропов, влиявшей в той или иной степени на окружающую среду.

5. Эволюция человека не только подтверждает правило ускорения эволюции, но и беспрецедентна по скорости для крупных млекопитающих особенно на последних этапах антропогенеза и особенно в отношении прогрессивного развития высших отделов центральной нервной системы и высшей нервной деятельности.

Человек, несомненно, – один из самых молодых видов млекопитающих. Проходя в изменчивой среде, процесс антропогенеза состоял из цепи довольно торопливых, порой не очень удачных решений, кое-как скомпенсированных последующей эволюцией.

Необычайная «поспешность» эволюции человека, его эволюционная молодость сочетаются с чертами инфантности, с незавершенностью тщательной подгонки биологии вида к естественным условиям существования (Давиденков, 1947).

Это обусловлено эволюционно преждевременным отключением важных механизмов естественного отбора.

Доказательства животного происхождения человека

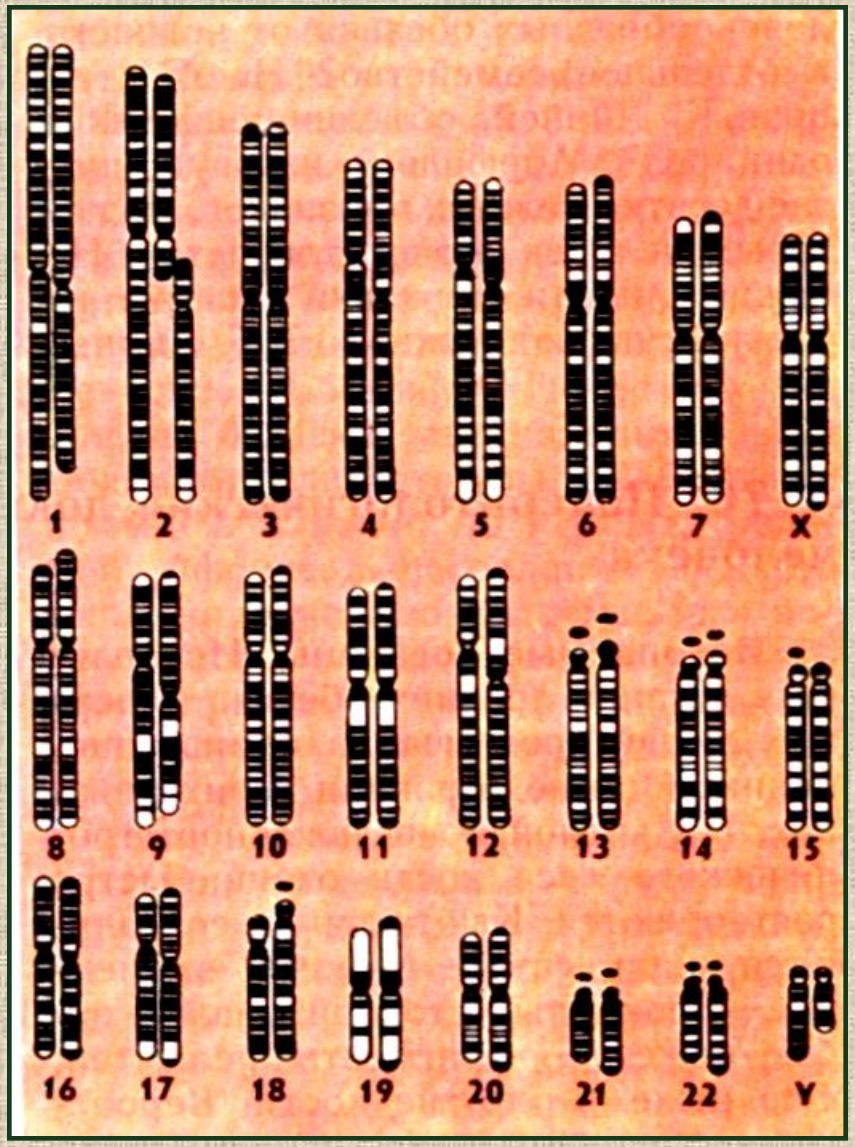
Человек имеет все основные признаки высших млекопитающих:

– **постоянная температура тела;**
– **плацентарность, наличие молочных желез, живорождение;**
– **левосторонняя дуга аорты;**
– **безъядерные эритроциты;**
– **две смены зубов (зубы разделены на 4 группы);**
– **7 шейных позвонков (нет ни одной кости, какой бы не было у млекопитающих);**
– **6-месячный плод покрыт шерстью;**

– **рудиментарными органами являются:** ***копчиковая кость, выйная связка (спинная струна), мышцы ушной раковины, хвостовые мышцы, полулунная складка глаза, мышцы глазницы, пазухи гортани, аппендикс.***

– **атавизмы проявляются в виде:** ***наличия хвоста, интенсивного волосяного покрова по всему телу, сверхкомплектного развития молочных желез и сосцов, добавочных зубов, шейных и поясничных ребер, разделения костей черепа, черепно-глоточного канала в клиновидной кости, двурогой матки, затылочного валика.***

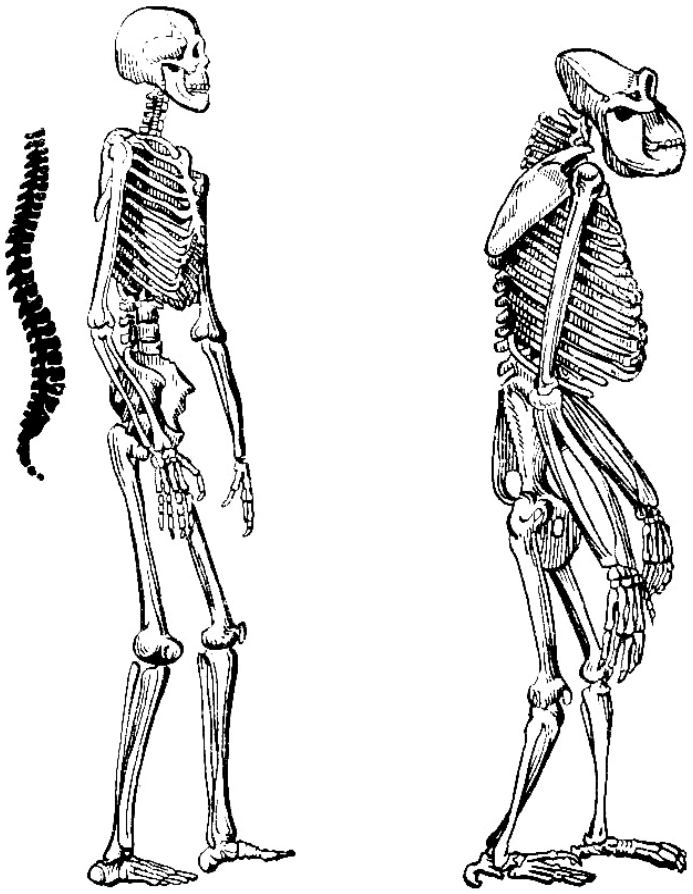
Доказательства родства человека и понгид



Гаплоидный набор хромосом человека и шимпанзе

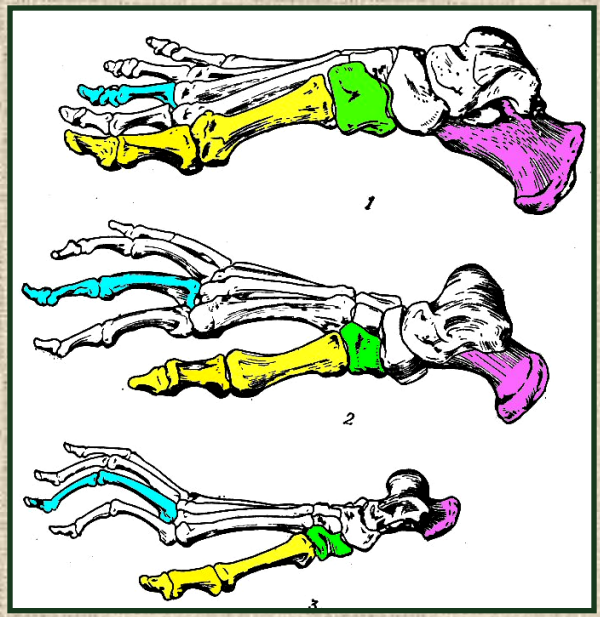
- Диплоидное число хромосом у шимпанзе – 48, а у человека – 46, но хромосома 2 (см. рис.) образована слиянием двух хромосом шимпанзе.
- Дифференциальная окраска хромосом (поперечная полосатость), строго специфичная для каждого вида, удивительно близка у человека и шимпанзе.
- Группы крови человека и понгид очень близки, а система АВО у них общая.
- Одинаковая зубная формула (32 зуба).
- Генетическое родство.
- Сходная аминокислотная последовательность в белках (около 1% замен), а многие белки (гормоны) взаимозаменяемы.
- Молекулярно-генетическая близость человека и понгид свидетельствует, что они должны быть объединены в одно семейство.

Признаки, характерные только для человека

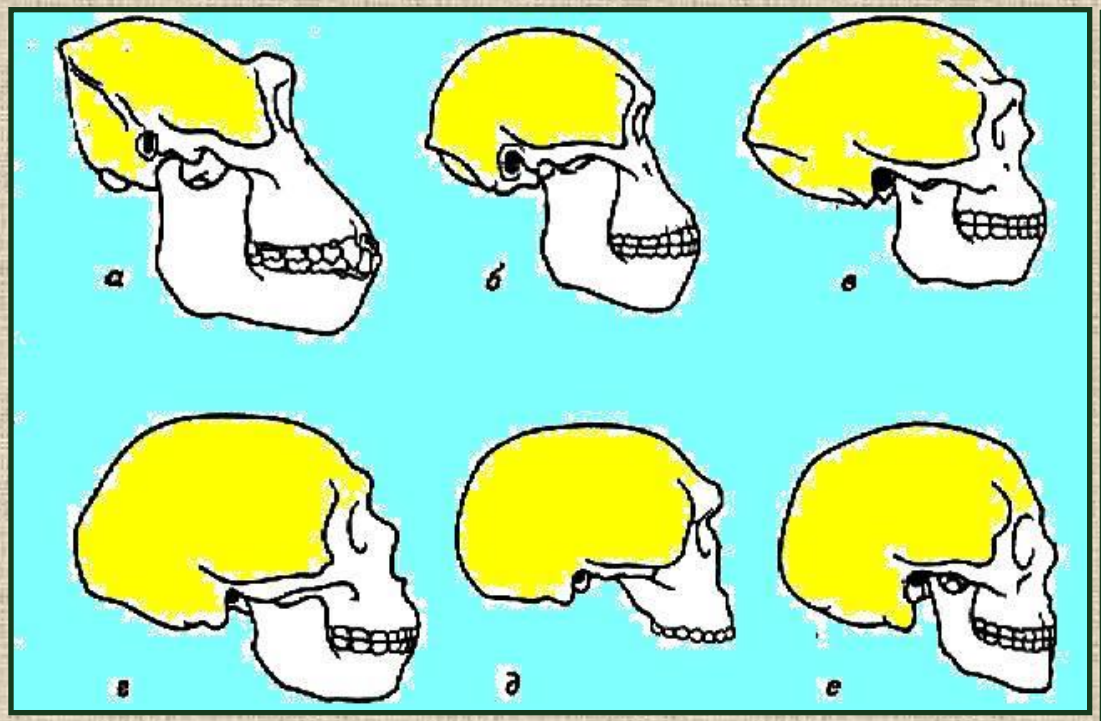


1. Стопохождение (короткие фаланги пальцев, сводчатость стопы) и вертикальное положение тела.
2. Позвоночник имеет 4 изгиба: шейный и поясничный – вперед; грудной и крестцовый – назад.
3. Сильно развиты ягодичные, икронож-ные и мышцы спины, поддерживающие тело в вертикальном положении.

Стопы приматов:
1 – человека,
2 – гориллы,
3 – церкопитека



4. Ровный ряд зубов, нет клыков конической формы.
5. Узкий таз прочно срастается с крестцом (удобен при прямохождении, но затрудняет роды у женщин).



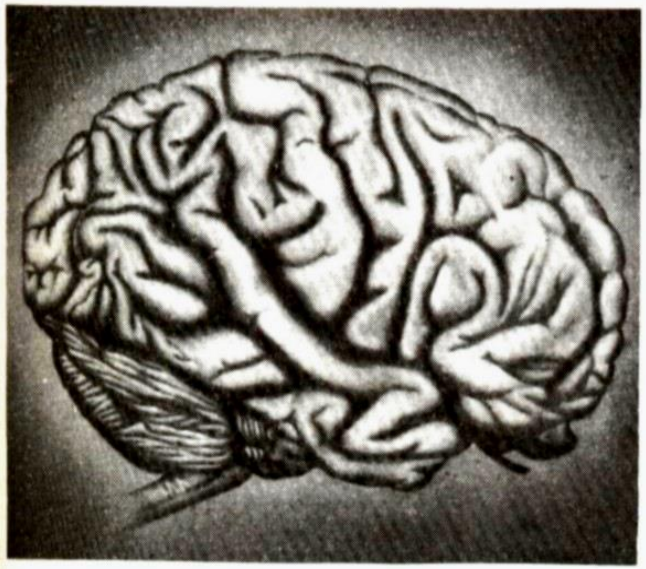
Сравнение черепов: а – гориллы, б – австралопитека, в – питекантропа, г – неандертальца, д – Штейнгемского человека, е – современного человека

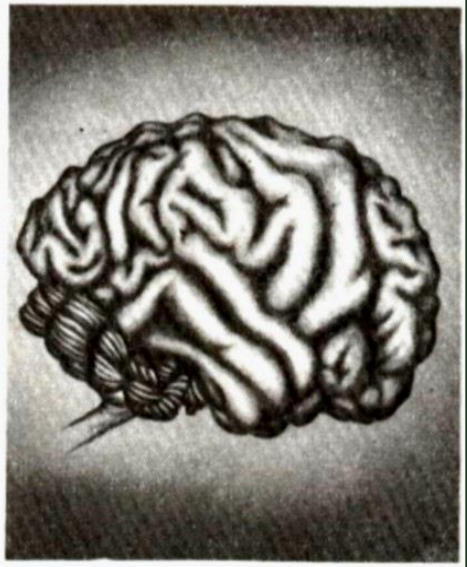
6. Преобладание мозгового отдела черепа над лицевым.

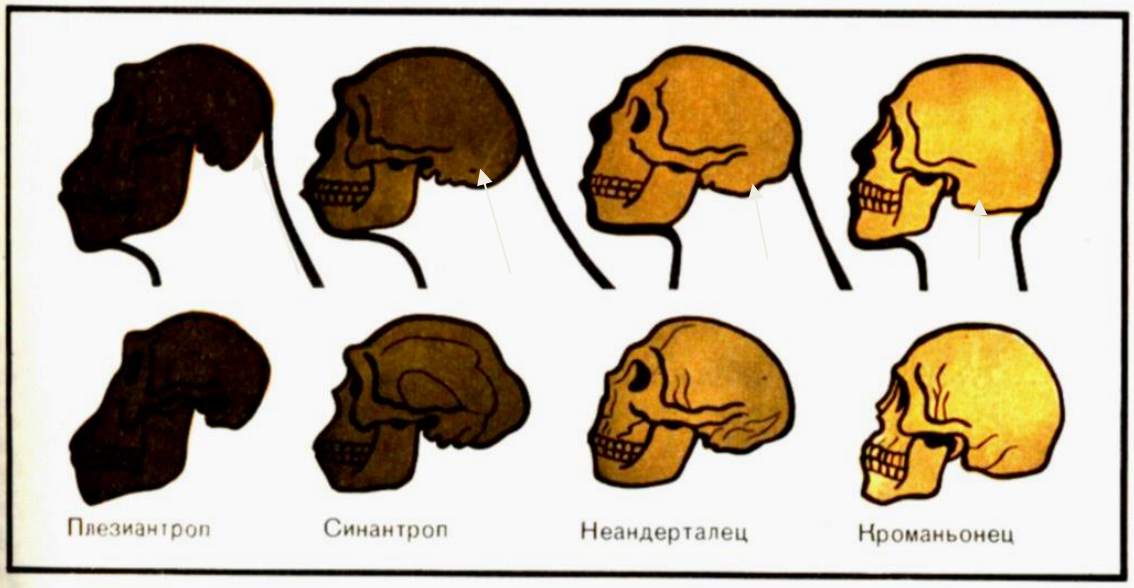
7. Небольшая нижняя челюсть с развитым подбородочным выступом. Редукция жевательных мышц.

8. Укорочение руки и уменьшение кисти, но более подвижный 1 палец, отгибающийся на 90°, что позволяет эффективно использовать различные орудия труда.

Сравнение ладоней (слева направо): шимпанзе, гориллы, павиана, человека







Головной мозг человека (слева) и гориллы (справа).
Эволюция формы и положения черепа

9. Развитый головной мозг, особенно лобная, теменная и височная доли коры полушарий.

10. Перемещение затылочного отверстия черепа к центру его основания и редукция мышечного аппарата затылка.

11. Низкое положение гортани (повышает роль ротового резонатора, но прерывает дыхание во время еды).

12. Редукция волосяного покрова.

13. Асимметрия тела и функции полушарий.

14. Увеличение времени взросления и полового созревания.

Изменение черепа в ходе эволюции гоминид

■ **Архантроп** (обезьяночеловек) характеризуется низким, очень покатым лбом с резко выраженным сплошным надглазничным валиком, низким теменем, переходящим в угловатый затылок.

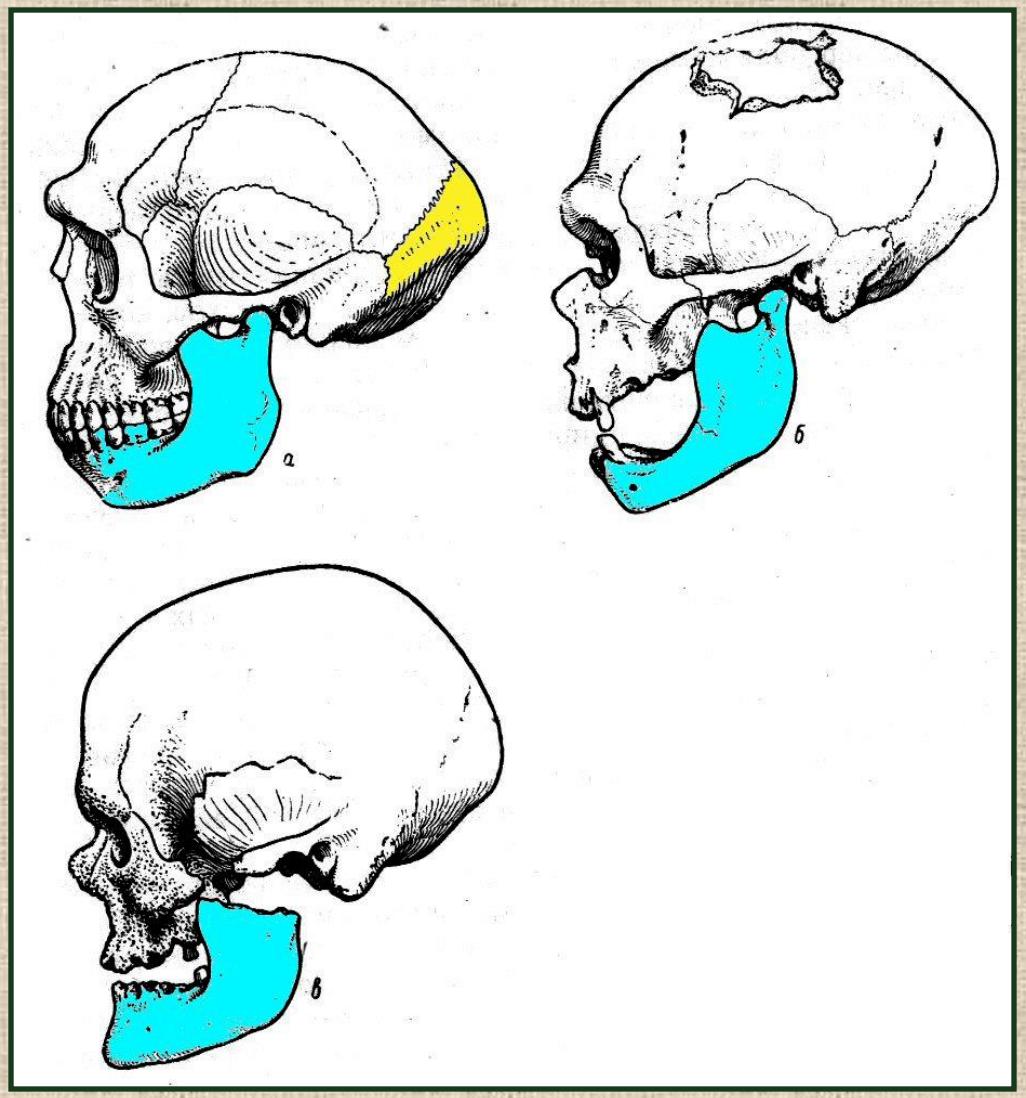
Челюсти массивные с покатым подбородком. Емкость черепной коробки – 900-1100 см³.

■ **Неандертальцы** имели более или менее покатый лоб с надглазничным валиком, высокие орбиты, массивную челюсть с еле заметным подбородочным выступом.

Их череп сходен с черепом архантропов, но значительно крупнее (объем – 1400-1600 см³).

■ **Неоантропы** имели развитую лобную часть черепа с прямым, высоким лбом. Надглазничные валики отсутствовали.

Небольшая нижняя челюсть имела выступающий подбородочный выступ.



Черепа ископаемых людей: а – синантроп, б - неандерталец, в - кроманьонец

Отличие человека от животных

Разум (абстрактное мышление; у животных мышление всегда конкретное).

Речь (животные общаются с помощью системы сигналов, но только у человека есть вторая сигнальная система – общение с помощью слов).

Речь возникла в процессе труда.

Способность к труду (только человек способен творчески изготавливать орудия труда и преобразовывать окружающую среду для себя. Этому способствует прямохождение и развитие руки).

Использование огня и захоронение трупов (все животные боятся огня, и только человек использует его для обогрева и освещения жилья, приготовления пищи, изготовления орудий труда и в др. целях).

Факторы антропогенеза

Биологические:

1 – прямохождение,
2 – высвобождение и развитие руки,
3 – развитие мозга

Социальные:

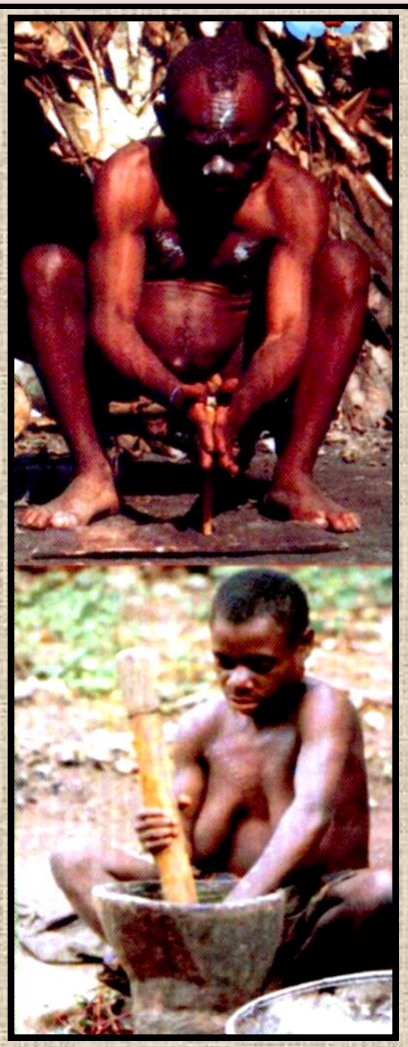
1 – трудовая деятельность,
2 – создание семьи (полигамия – репродуктивная, моногамия – воспитание нового поколения),
3 – развитие речи и сознания,
4 – развитие культуры (передача информации из поколения в поколение)

Для нормального развития человека нужны кризисы, которые требуют напряжения сил.

Человек достигает цивилизованного состояния не вследствие биологических дарований, а в процессе удачного реагирования на вызов в ситуации особой трудности.

Роль труда и прямохождения в антропогенезе

Производство и совершенствование орудий труда – вот грань, отделяющая человека от человекообразных предков



Прямохождение

Освобождение руки

Развитие мозга

Использование огня

Развитие руки в процессе изготовления орудий (труд)

Развитие речи

Развитие Человеческого общества

Сознание

Употребление мяса

Коллективная охота

Освоение Различных Климатических зон

Образование человеческих рас

Человек – биологическое и социальное существо

Человек сформировался в процессе эволюции и его организм развивается по общим для всех живых существ законам. Однако человек становится человеком только тогда, когда он развивается и живет в социальной среде.

Человек – единственный вид на Земле, вышедший за пределы биологической эволюции.

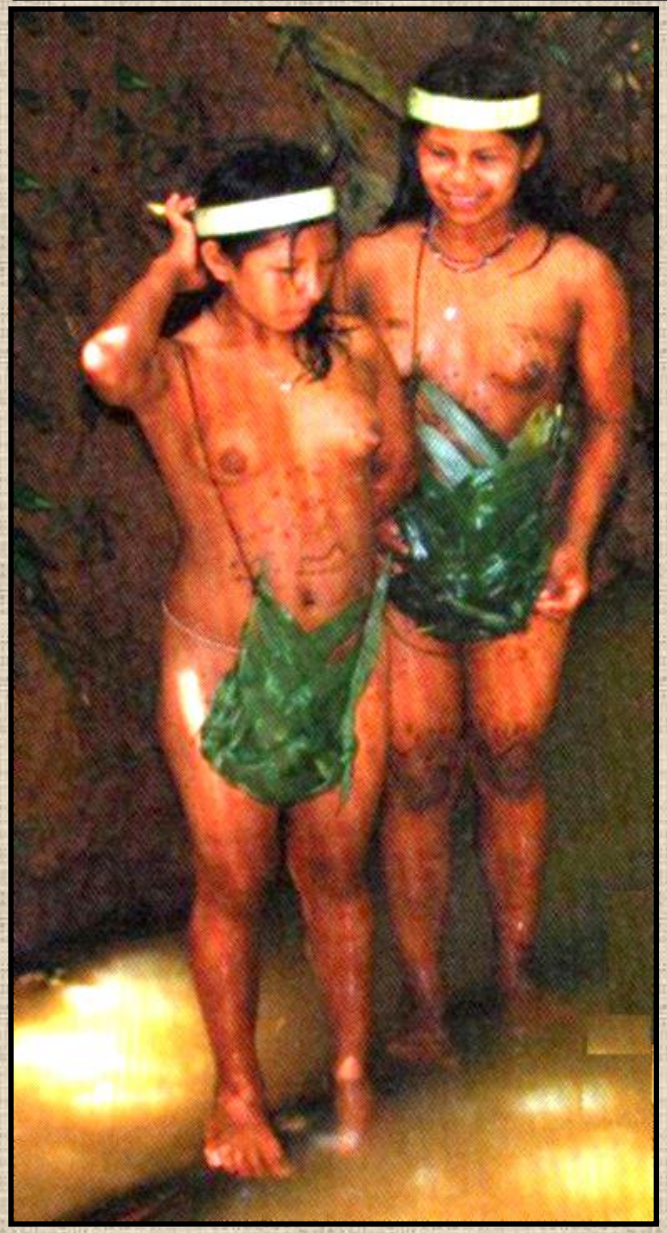
Человек только живя в обществе может удовлетворять свои биологические и духовные потребности, развивать сознание, речь и создавать для себя среду обитания.

Эти качества не наследуются: они формируются в процессе воспитания и обучения.

Из пирамиды потребностей видно, что человек является био-социальным видом.

Пирамида человеческих потребностей (по А. Маслоу)

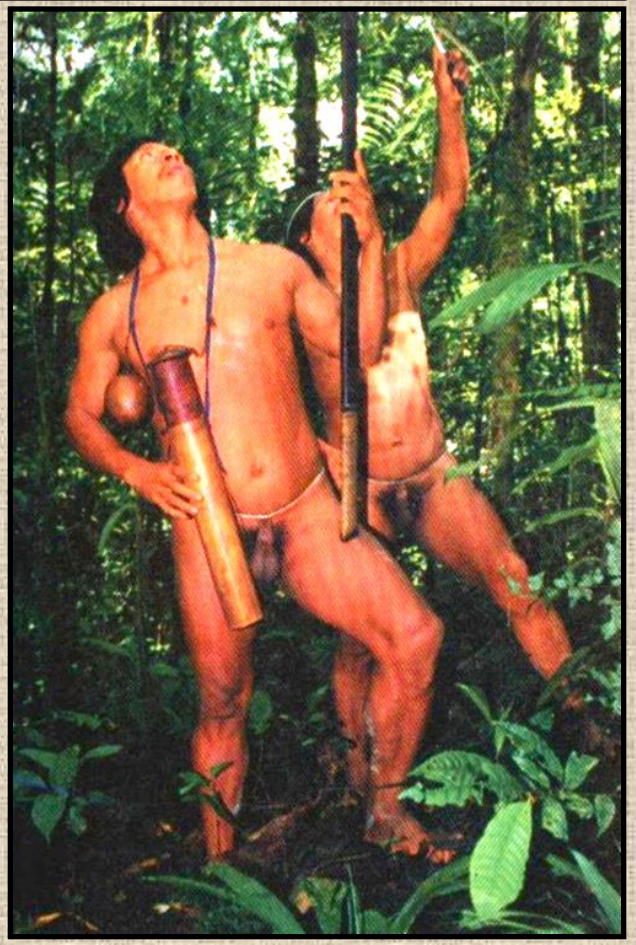
Современные первобытные охотники



В тропических джунглях Ю. Америки, Африки, Ю-В. Азии до сих пор живут племена первобытных людей, не пользующихся «плодами цивилизации».

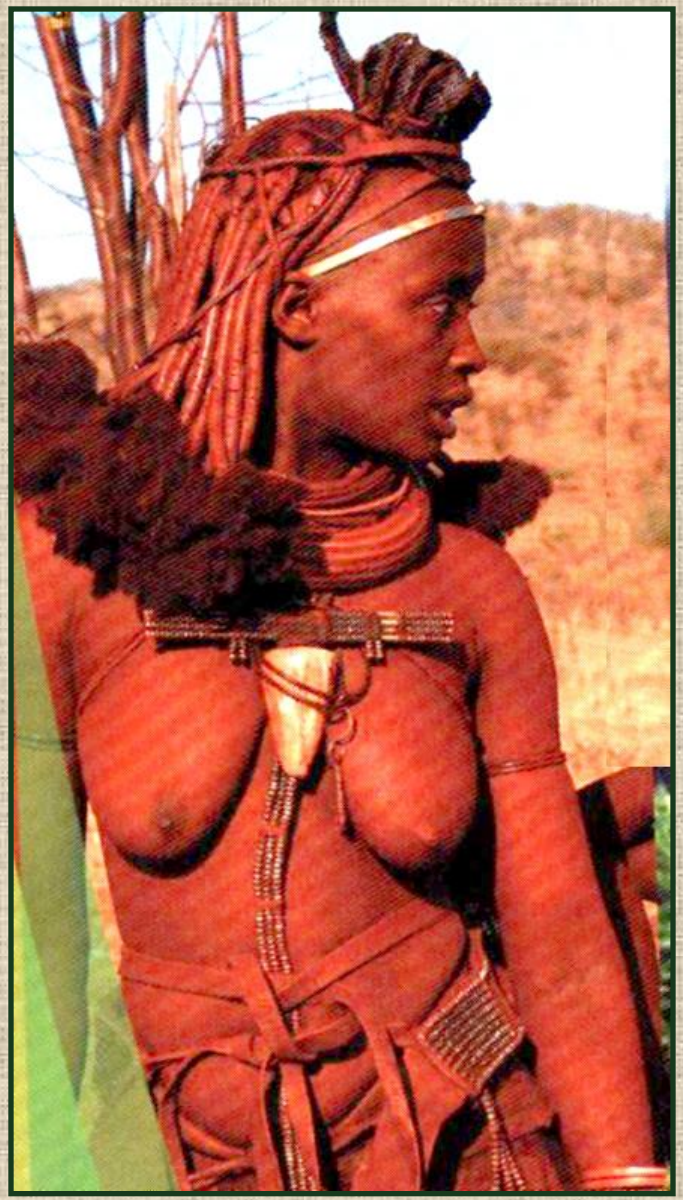
Эквадорские индейцы *гуарани* ходят полностью обнаженными и пользуются самыми примитивными орудиями труда.

Мужчины пользуются для охоты духовыми трубами, стреляющими отравленными стрелами



Женщины травят рыбу размолоченными корнями ядовитого куста барбаски.

Развитие остановлено из-за «райских условий»: обилие пищи, благоприятный климат, отсутствие крупных хищников.

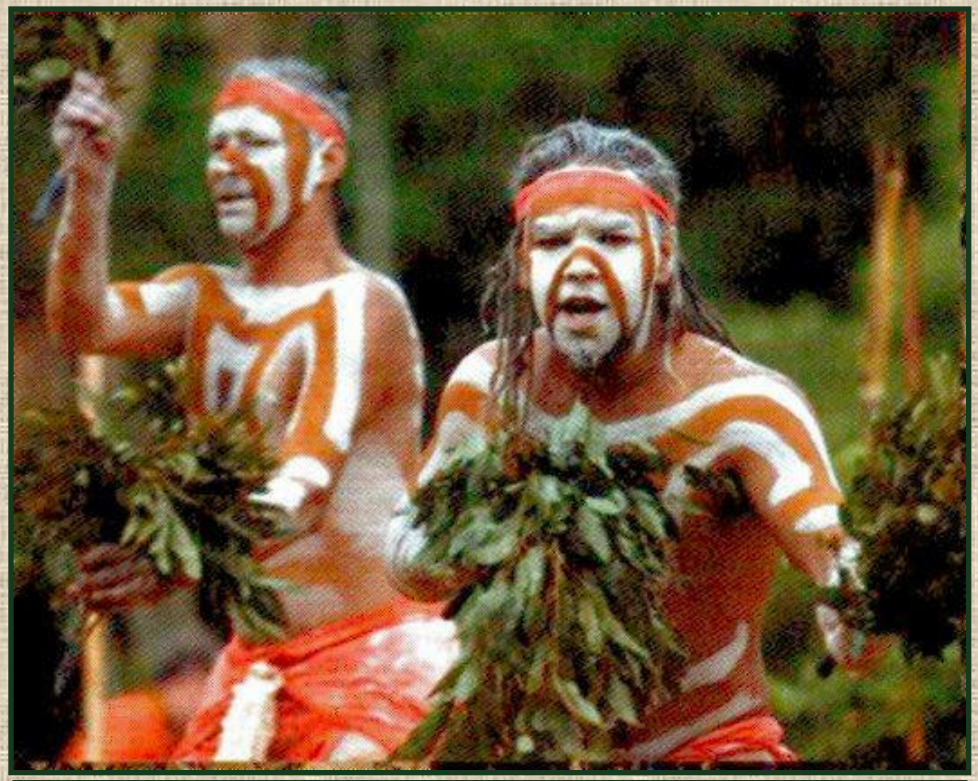


Сападская красавица

В Центральной Африке живет много племен первобытных людей. Одно из них *сапади*, обитающее в глухом лесном районе между Зимбабве и Ботсваной.

Они прекрасные бегуны, по деревьям передвигаются как обезьяны, искусные лекари. Примитивными хирургическими инструментами проводят сложнейшие операции. Каждый день сапади натирают свое тело и волосы красной охрой.

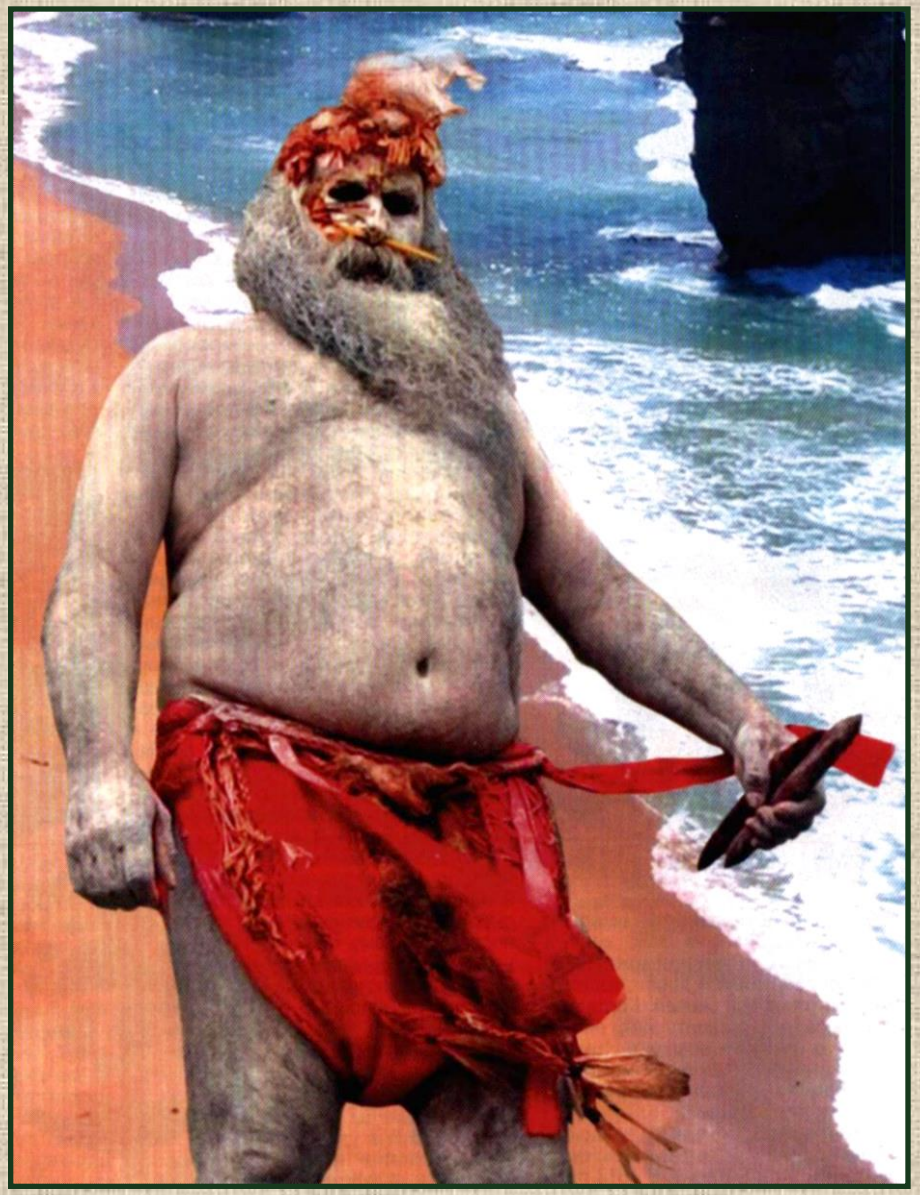
Почти все они страдают «синдромом клешни» – ярко выраженной генетической аномалией – синдактилией, поэтому их часто называют – «люди – страусы».



В пустынной части Австралии обитают аборигены *морло*, называющие себя древними или истинными людьми.

Они не имеют постоянного места жительства, т.к. ежедневно кочуют в поисках пищи.

Они очень тесно связаны с Природой, поэтому никогда не остаются без еды и умеют находить воду там, где нет ни малейших признаков влаги.



Вождь племени морло – истинный человек

ФОРМИРОВАНИЕ АНТРОПОСФЕРЫ

Географическое распространение гоминид

На ранних этапах эволюции предки гоминид, привязанные в Африке к биотопам тропического влажного леса, были в значительной степени стенотопными.

Однако плиоценовый переход к обитанию в саванне сформировал более эвритопные популяции гоминид и создал предпосылки для выхода в плейстоцене за пределы восточно-африканского ядра гоминизации.

Этот распад начался около 1,5 млн. лет назад. Освоение гоминидами (H.erectus) теплых умеренных зон Средиземноморья и Передней Азии относят к периоду между 1,0 млн. и 0,7 млн. лет.

Географическое распространение гоминид

В общем можно полагать, что расселение гоминид в субтропиках и в теплых умеренных зонах Старого Света произошло на границе нижнего и среднего плейстоцена.

В интервале между 700 тыс. и 300 тыс. лет назад Homo erectus проник в азиатские тропики (яванские питекантропы) и в более северные умеренные среды – в Северный Китай (синантропы).

В промежутке между 300 тыс. и 100 тыс. лет назад, т.е. когда в Африке происходила эволюция Homo erectus в Homo neandertalensis и Homo sapiens, гоминиды включили в свой ареал обитания более северные широты в Европе и Азии, приблизившись к границам Вюрмского оледенения.

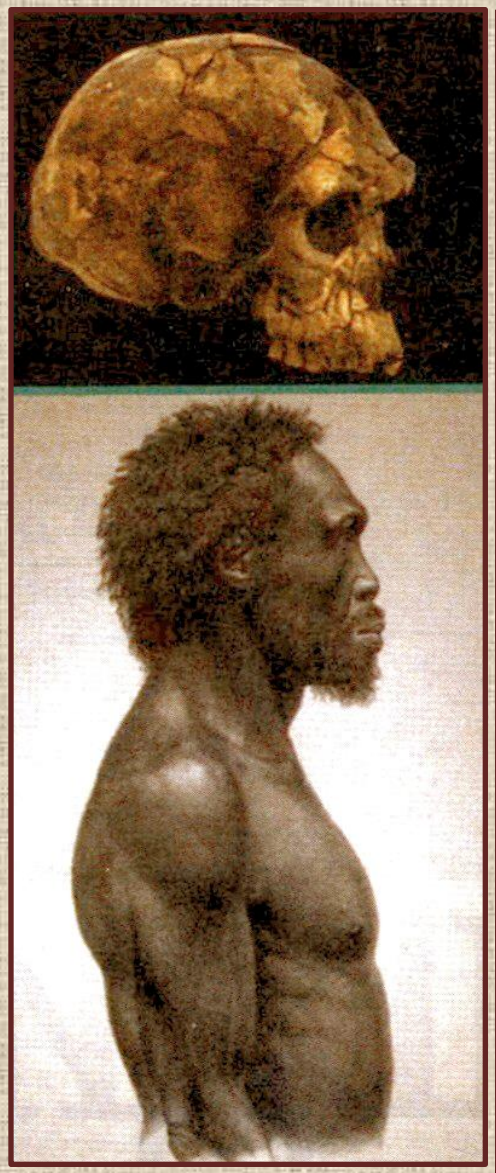
Между 45 тыс. и 30 тыс. лет назад в Европе и Передней Азии происходило вытеснение неандертальцев людьми современного типа, а в интервале между 40 тыс. и 10 тыс. лет назад *Homo sapiens* распространился практически во все остальные области земного шара, приблизившись к границам современной ойкумены – обитаемой части суши.

Около 30 тыс. лет назад неоантропы добрались до Австралии. А в Евразии ко времени резкого похолодания ими были освоены зоны с арктическим климатом.

Благодаря этому около 30 тыс. лет назад или несколько позднее люди предприняли первую попытку проникнуть на Американский континент через Беренгию. 13 тыс. лет назад им это удалось и они быстро расселились по всей территории Нового Света.

Географическое распространение гоминид

1. Распад ядра гоминизации в Африке – 1,5 млн. лет назад;
2. Освоение гоминидами теплых умеренных зон Средиземноморья и Передней Азии – 1,0–0,7 млн. лет назад;
3. Проникновение в азиатские тропики (яванские питекантропы), в Северный Китай (синантропы), в более северные широты Европы и Азии – от 700 до 100 тыс. лет назад;
4. Вытеснение неандертальцев людьми современного типа в Европе и Передней Азии – 45–30 тыс. лет назад;
5. Освоение Австралии – 30 тыс. лет назад;
6. Проникновение на Американский континент через Берингию – около 30–13 тыс. лет назад;
7. Широкое расселение по всей территории Нового Света – около 10 тыс. лет назад;
8. Конец палеолита – неосвоенные человекам пространства охватывают полярные зоны, горы, безводные пустыни и некоторые отдаленные острова.



Вероятный предок человека Современного. Эфиопия, 2004 г. (150 тыс. лет)

Согласно новейшим научным данным, современное человечество имеет единых генетических предков в виде небольшой общины, обитавшей где-то в Центральной Африке.

Генетические исследования разных рас и народов доказали, что все человечество произошло от **18 женщин и 10 мужчин.** Жили они примерно 145-120 тыс. лет назад.

Древнейшими народами считаются **готтентоты** и **бушмены.**

Потомки наших африканских предков около 100 тыс. лет назад заселили Ближний восток, а затем, около 40-50 тыс. лет назад перебрались в Европу и Азию.

Около 25 тыс. лет назад из южной Сибири они перешли в Америку.

Американские индейцы имеют генетическое родство с тувинцами и другими малочисленными тюркоязычными народами, обитающими между Алтаем и Байкалом.

Из азиатских народов самыми древними являются **тувинцы** и **сойоты.**

Все европейцы произошли между 15 и 45 тыс. лет назад от 7 женщин, условно названных: ***Урсула, Ксения, Елена, Велда, Тара, Катрин и Жасмин.***

Из европейцев самыми древними являются – **баски.**

Образование человеческих рас. Расовая структура

В настоящее время большинство авторов поддерживают теорию моноцентризма, которую значительно укрепили результаты последних молекулярно-генетических исследований.

Согласно наиболее распространенной точке зрения, процесс дифференциации современных рас начался *не позднее 90 тыс. лет назад*.

Из ныне живущих народов *наиболее близкими к исходной группе* (т. е. «самыми древними») *являются бушмены и эфиопы*, которые, вероятно, сформировались *около 80 тыс. лет назад*.

Концепция моноцентризма получила название гипотезы «Ноева ковчега».

Она гласит, что формирование современного человечества происходило на основе первоначального расселения уже сформировавшегося вида *Homo sapiens* из Африки.

При этом не происходило скрещиваний с местными гоминидами. Согласно этой гипотезе, расы произошли относительно недавно.

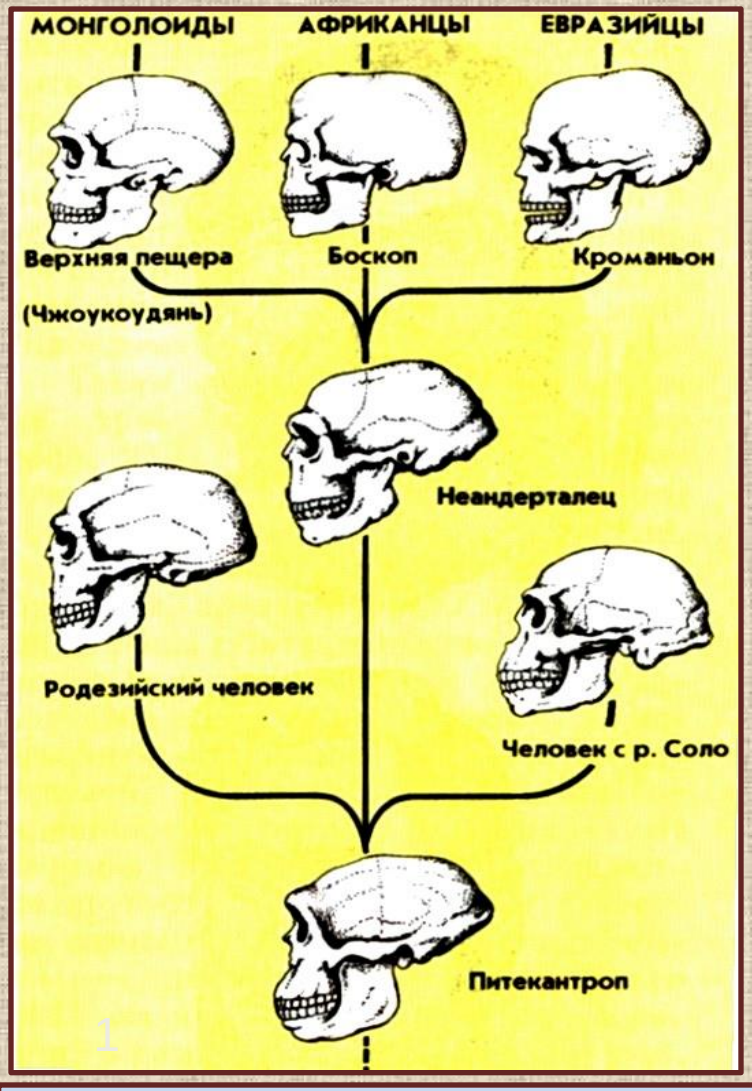
Концепция полицентризма провозглашает значительно более раннее формирование рас.

Основателями разных рас служили разные гоминиды, причем в процессе их формирования происходило смешение с другими группами.

В 1911 г. итальянский антрополог Д. Серджи высказал мнение, что современное человечество представляет собой 3 рода и 11 видов.

Теория моноцентризма, которую поддерживают большинство антропологов, объясняет исчезновение неандертальцев их истреблением *Homo sapiens*.

Происхождение рас



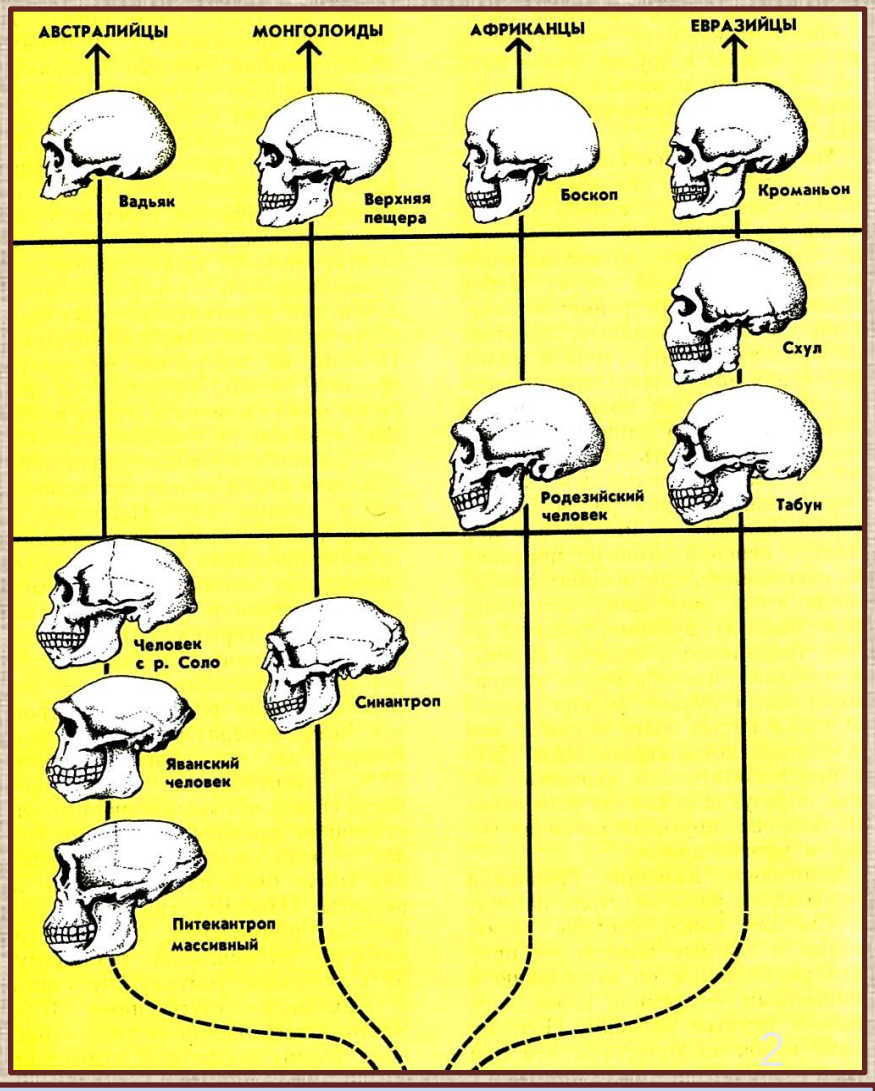


Рисунок слева – теория широкого моноцентризма (Я.Я. Рогинский); рисунок справа – теория полицентризма (Г.Ф. Дебец). Сейчас моноцентризм считается более обоснованным, но многие расы объединились неродственными популяциями

***Раса** – исторически сложившаяся территориальная общность людей, выделяемая на основе генетического родства, которое проявляется внешне в определенном физическом сходстве по ряду признаков* **(цвет кожи, волос, глаз, форма черепа, характер волосяного покрова, форма носа и губ, рост и пропорции тела, группы крови, соотношение форм гемоглобина, особенности зубов).**

Большие расы:

австрало-негроидная **(негры, негрилли – пигмеи, бушмены, готтентоты);**

европеоидная**;**

монголоидная **(северные азиатские группы, эскимосская группа, тихоокеанская группа, индейская группа, часто выделяемая в самостоятельную расу –** ***аминды*****).**

Классификация рас

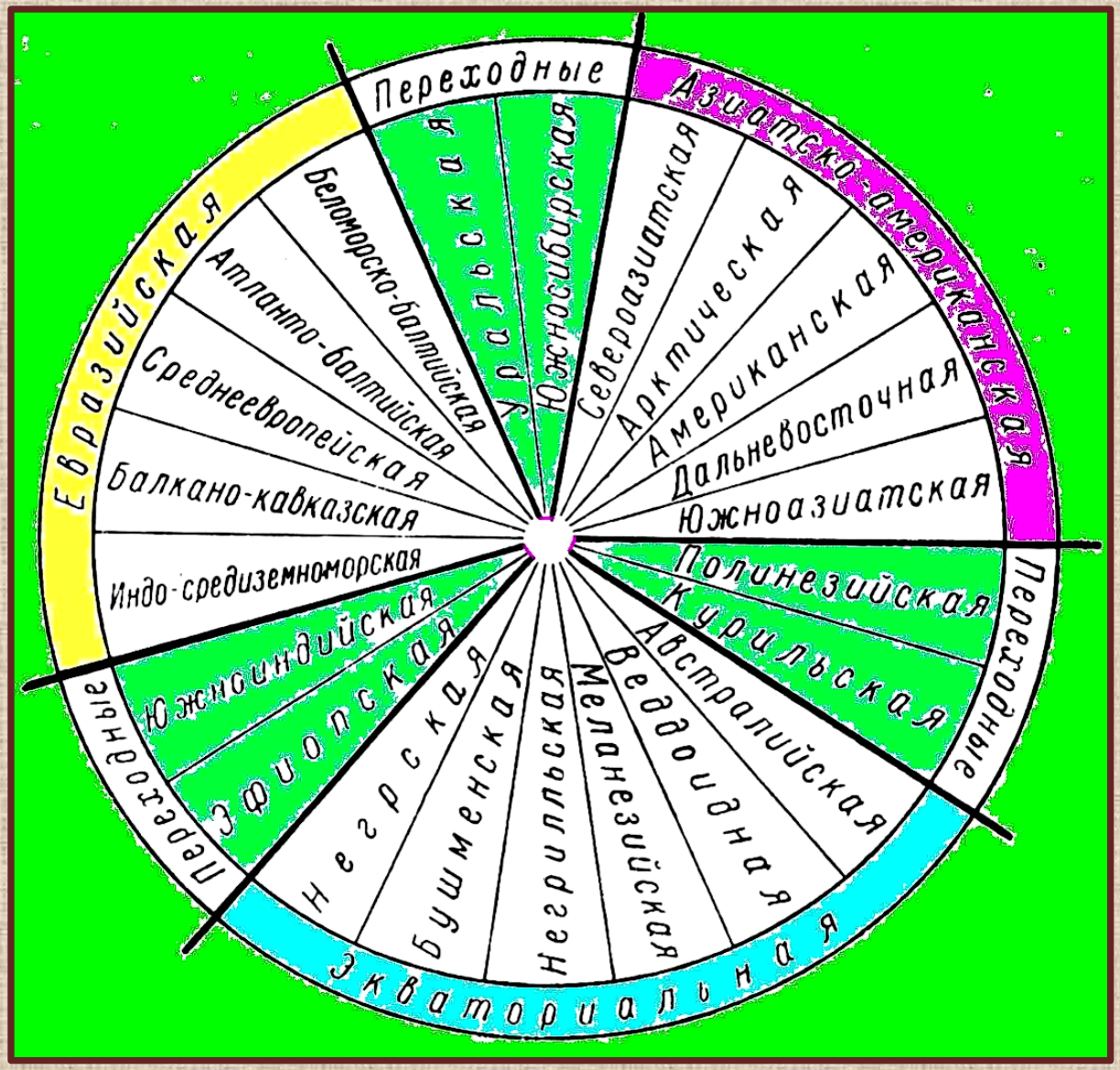


Схема расовой классификации по Рогинскому и Левину

Согласно классификации Я.Я Рогинского выделяют три большие расы:

австрало-негроидную, или экваториальную;

европеоидную;

азиатско-американскую, или монголоидную.

В пределах больших рас различают более мелкие группировки – подрасы, также отличающиеся друг от друга по ряду признаков.

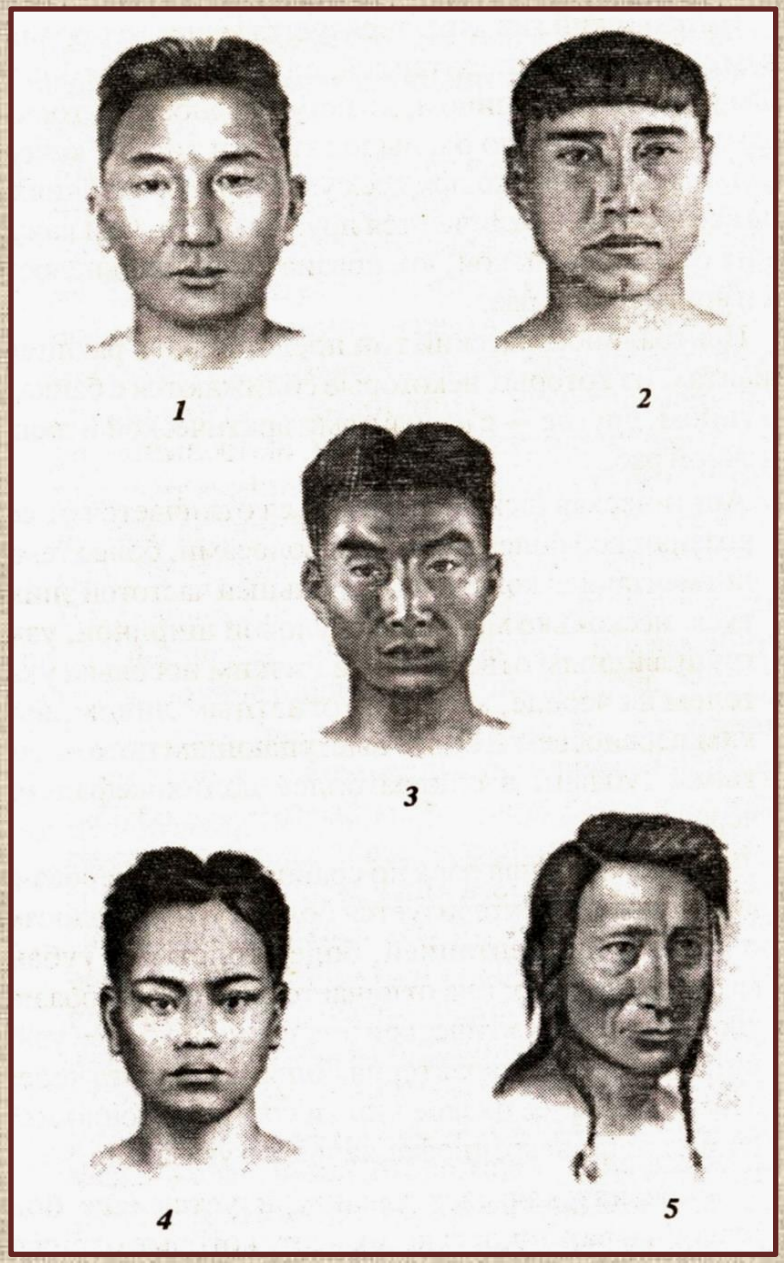
Между большими расами и ареалами их распространения имеются промежуточные расы, сочетающие черты обеих рас, но в сглаженной форме.

Европеоидная, или евразийская раса

- Светлая кожа (разные оттенки).
- Волосы мягкие, волнистые или прямые, от светлых до брюнетов.
- Обильный рост бороды и усов у мужчин.
- Лицо узкое, резко выступающий узкий нос, губы узкие.
- Глаза горизонтально расположены, пигментация - от светло-голубых до черных.
- Уши средней длины, со свободной, сросшейся или полусвободной мочкой
- Ареал распространения: Европа, Передняя и Средняя Азия, Северная Африка. 40% населения Земли.

Подрасы: 1 – атланто-балтийская, 2 – среднеевропейская, 3 – индо-средиземноморская, 4 – балкано-кавказская, 5 – беломорско-балтийская.

Азиатско-американская раса

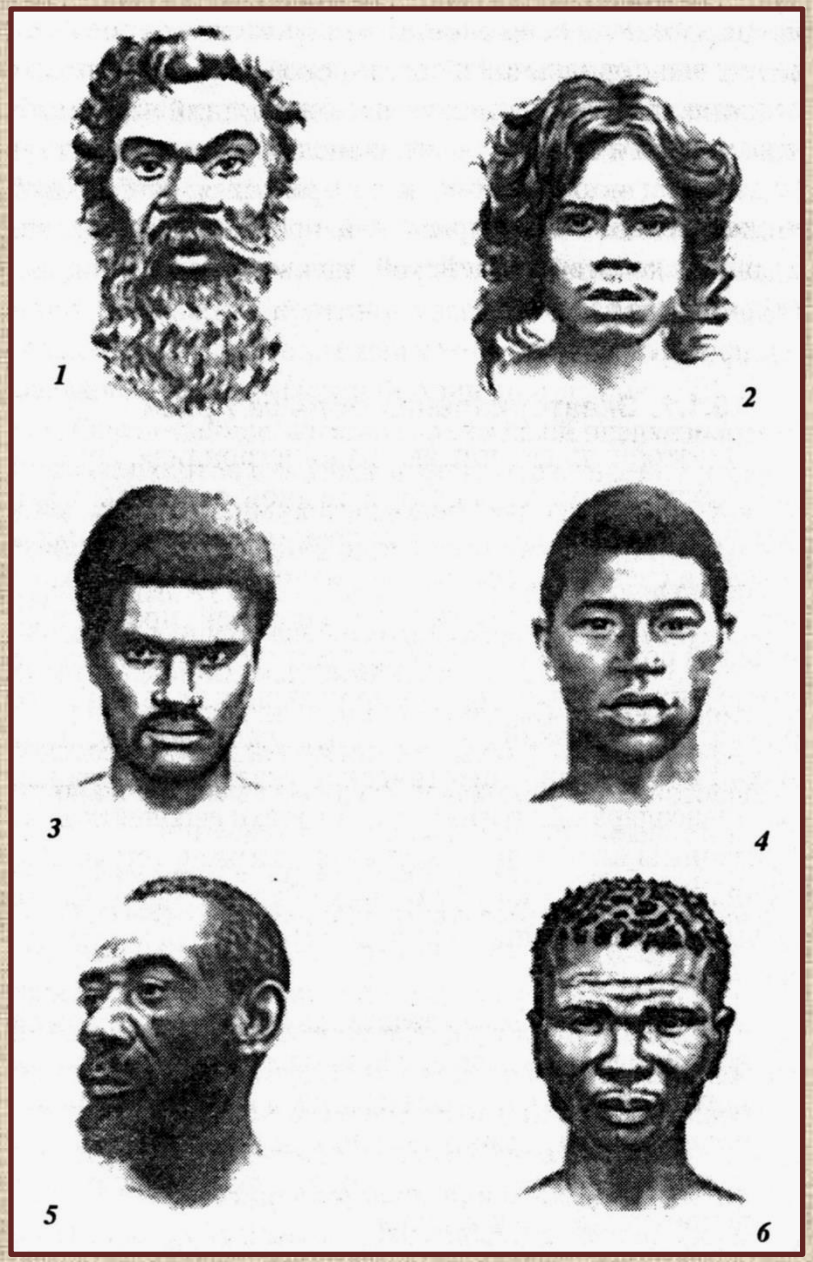


- Желтовато-смуглая, различных оттенков кожа.
- Жесткие прямые черные волосы. Слабый или очень слабый рост бороды и усов у мужчин.
- Лицо широкое уплощенное, скулы сильно выступают; нос уплощен (у американской подрасы – сильно выступающий), губы средней толщины.
- Глаза раскосые, узкие, с характерной складкой на верхнем веке – эпикантусом; пигментация – темная.
- Уши длинные со свободной мочкой.
- Ареал распространения: Северная, Центральная, Восточная и Юго-Восточная Азия, Американские индейцы.

50% населения Земли.

Подрасы: 1 – североазиатская, 2 – арктическая, 3 – дальневосточная, 4 – южноазиатская, 5 – американская

Экваториальная раса

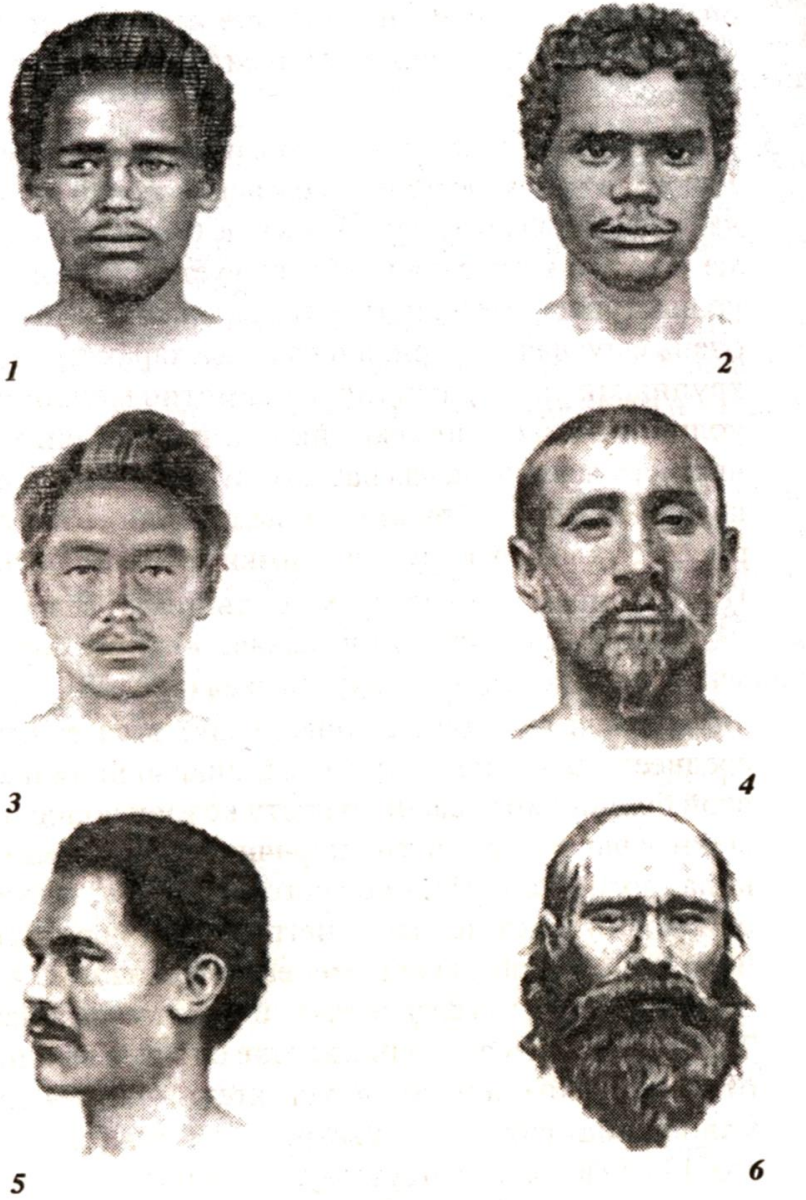


- Темная кожа (от серо-сизой до коричнево-черной).
- Черные волнистые или курчавые волосы, средний рост (обильный рост у австралийской подрасы) бороды и усов у мужчин.
- Лицо чаще узкое с выступающей челюстной частью, широкий, с низким переносьем, мало выступающий нос, губы толстые.
- Глаза широко открытые, темные.
- Уши короткие со сросшейся или полусвободной мочкой.
- Ареал распространения: Африка южнее Сахары, Австралия, Новая Гвинея, Зондские, Филиппинские острова и Меланезия.

10% населения Земли.

Подрасы: 1 – австралийская, 2 – веддоидная, 3 – меланезийская, 4 – негрская, 5 – негрилльская, 6 – бушменская

Переходные расы



Пограничными между тремя большими расами считаются:

1 – **Эфиопская раса** (между экваториальной и евразийской).

2 – **Южноиндийская раса** (между веддоидной и индо-средиземноморской).

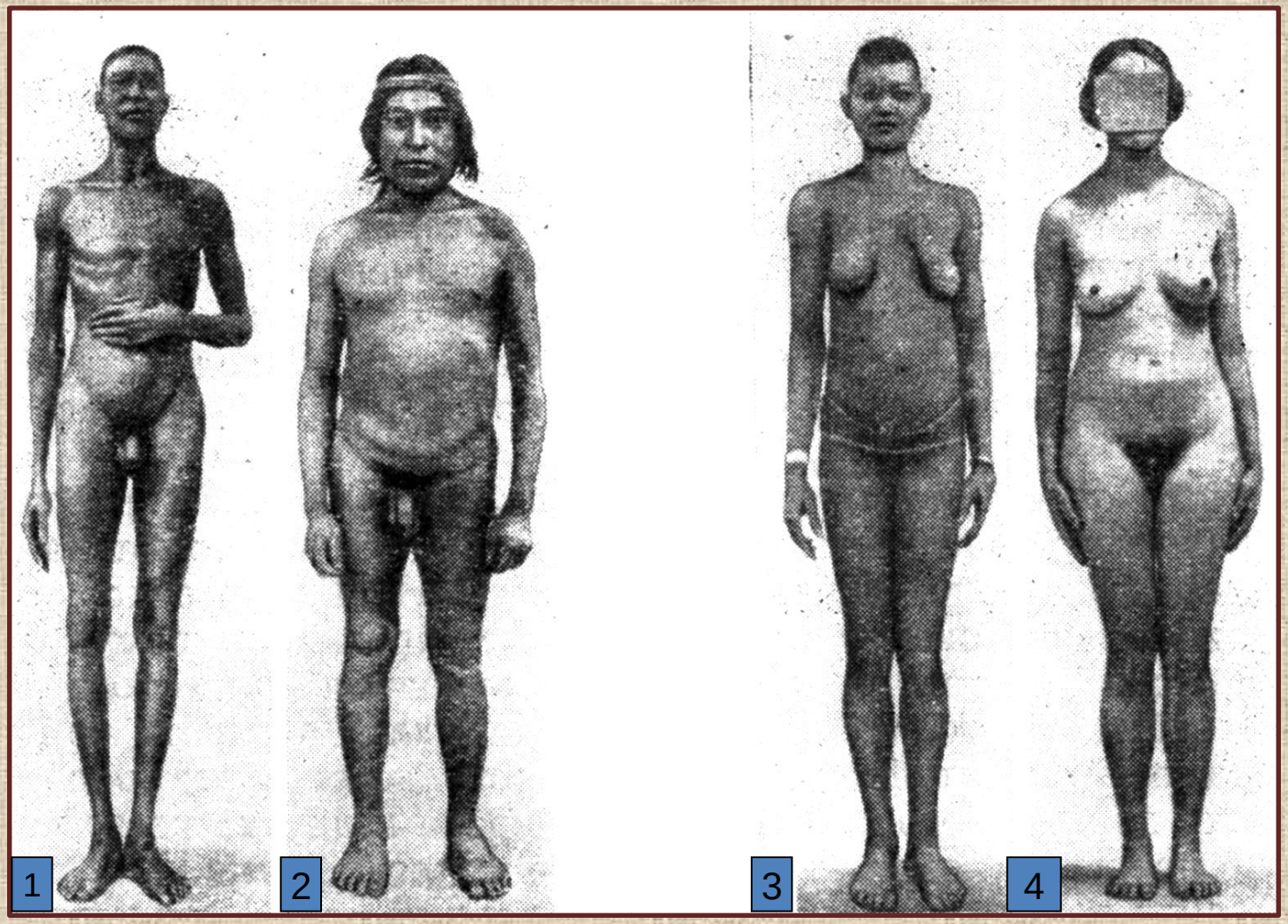
3 – **Уральская раса** (между беломорско-балтийской и североазистской).

4 – **Южносибирская раса** (туранская) (между евразийской и монголоидной).

5 – **Полинезийская раса** (между монголоидной и экваториальной).

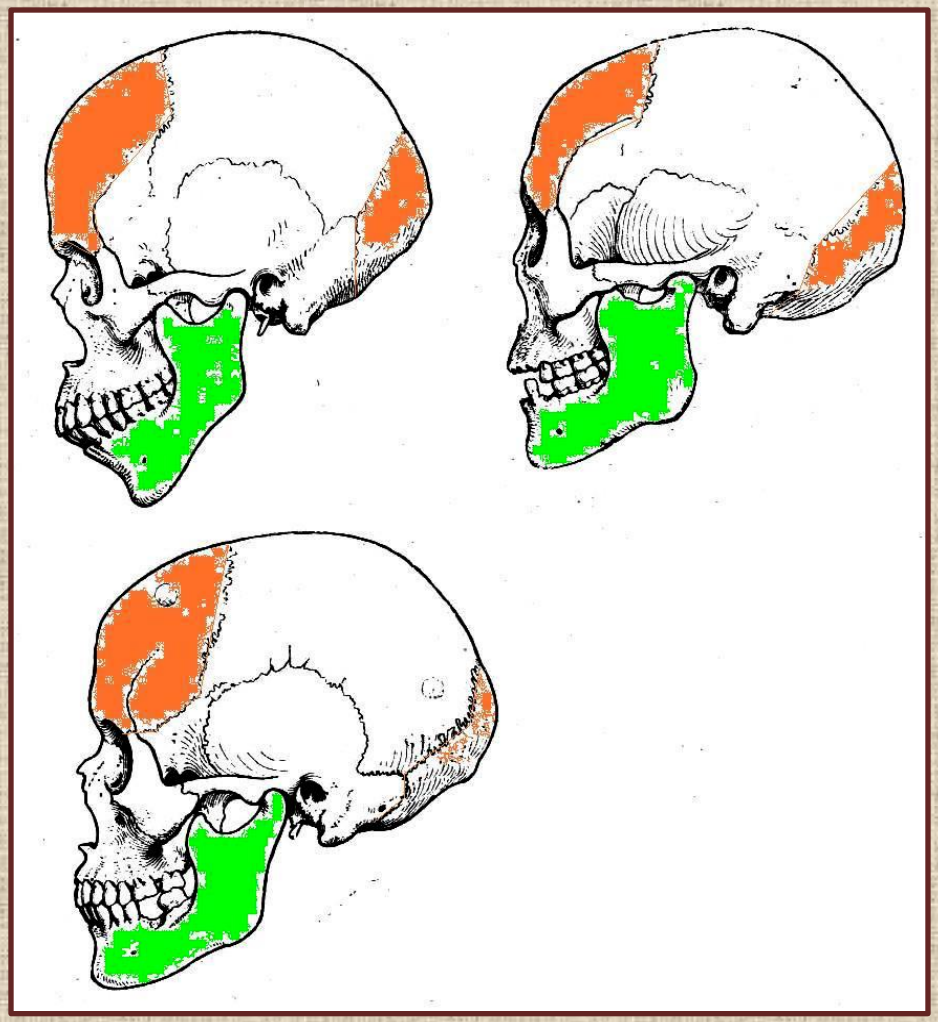
6 – **Курильская раса** (между австралийской и арктической).

Типы телосложения у разных рас



Расовый тип включает в себя некоторые конституционные особенности (рост, пропорции тела): 1 – негр из Центральной Африки, 2 – индеец из северной Америки, 3 – негритянка из Центральной Африки, 4 – немка из Европы.
Тропический тип телосложения – удлиненные пропорции тела, не плотное сложение

Расовые признаки черепа



- **Череп Евразийской расы** узкий, с вертикально высокой лобной костью, выступающими носовыми костями, глубокой «собачьей ямкой» (клыковидной) на верхней челюсти.
- **Череп Монголоидной расы** характеризуется слабым выступанием лица с широкими скуловыми отростками. Клыковые ямки не выражены. Носовые кости выступают слабо. Лобная кость не высокая, покатая.
- **Череп Экваториальной расы** имеет широкие, слабо выступающие носовые кости, сильно выступающие вперед челюсти (прогнатность).

Экологические факторы расообразования

Отдельные расовые признаки возникали в результате единичных мутаций в небольших изолированных группах людей, где обеспечивались условия интенсивного естественного отбора и закрепления новых благоприятных отклонений.

Предполагается, что естественный отбор сохранял свое эволюционное значение для человека вплоть до окончания палеолита.

Именно в период между 40 тыс. и 10–15 тыс. лет назад, когда наши предки интенсивно расселялись по континентам, осваивая новые обширные пространства на севере и востоке Евразии, в Америке и Австралии, в процессе отбора полезных мутаций формировались многие расовые особенности, характерные для экваториальных, европеоидных и монголоидных рас.

Экологические факторы расообразования

Характерные расовые особенности древних экваториальных популяций человека складывались в условиях жаркого климата и усиленной инсоляции.

Интенсивно пигментированная кожа с большим количеством меланина и потовых желез хорошо предохраняла от слишком сильного действия солнечных лучей и обеспечивала отдачу избытка тепла посредством испарения пота.

Черные волосы и темно-карие глаза, генетически связанные с темной кожей, а также большая курчавость волос также имели защитное значение.

Широкий нос с большими ноздрями обеспечивал повышенную вентиляцию слизистых дыхательных путей для лучшего испарения влаги.

Такую же роль играло сильное развитие слизистой губ у негроидов и австралоидов.

Экологические факторы расообразования

Негроиды расселялись преимущественно в широтном направлении в пределах одного континента и относительно мало сталкивались с непривычными условиями.

Но, попав в условия полупустынь и пустынь Южной Африки, они приобрели некоторые черты (желтоватый оттенок кожи, сильно развитая складка верхнего века), сближающие их с монголоидами (бушменская раса).

Это же наблюдается и у австралоидов.

Из расовых признаков, характерных для европеоидов, действию естественного отбора на ранних этапах истории человечества могла подвергаться депигментация кожи, волос и цвета глаз.

Преимущественно рецессивные мутации генов, определяющих эти признаки, имели наибольшие шансы сохранения и размножения на севере Европы, где преобладал холодный климат с пасмурной погодой. Зато здесь хорошо росли борода и усы.

У голубоглазых блондинов Скандинавии и русского Севера резко понижена функция меланинообразования.

Экологические факторы расообразования

Среди северных континентальных монголоидов – тунгусских эвенов и эвенков – также наблюдается некоторая депигментация глаз, волос и кожи.

Европеоиды первоначально передвигались практически в пределах одного материка и прилегающих к нему районов Северной Африки и Передней Азии.

Но зато они расселились по всей ойкумене после эпохи великих географических открытий, столкнувшись с непривычными условиями практически всех ландшафтов зон Земли.

Область формирования монголоидных рас, вероятно, совпадает со степями Центральной Азии, где в начале голоцена господствовал резко континентальный сухой климат с большими суточными и сезонными колебаниями температуры и сильными ветрами.

Из исходного ареала монголоиды заселили Юго-Восточную Азию, частично ее островной мир, освоили районы субтропиков и тропических лесов.

Особенно мощным стимулом формирования приспособительных вариаций в пределах монголоидного ствола было расселение монголоидов на север, заселение ими северо-восточного угла Азии, затем Америки и, наконец, продвижение по Американскому континенту на юг.

Механизм расогенеза

Расогенез

Абиотические факторы:
климат, ландшафт, состав почвы и др.

Биотические факторы:
пищевой рацион, инфекционные болезни

Социальные факторы:
система брачных отношений, социальные обычаи, государственные границы

Адаптации

В разных климатических условиях под действием естественного отбора формировались характерные черты человеческих рас.

Тропики:
Удлиненные пропорции тела, широкий нос, темная кожа, курчавые волосы, большое количество потовых желез, низкий уровень обмена веществ, низкое содержание гемоглобина в крови.

Холодный климат:
Узкий нос, слабая пигментация кожи, интенсивный обмен веществ, высокий уровень гемоглобина и γ-глобулина, плотное телосложение, усиленный кровоток, хорошо развит подкожный жир

Резкое снижение изоляции рас приводит к постепенному размыванию межрасовых различий.

Экологические факторы этногенеза

***Этнос* – исторически сложившаяся территориальная культурно-языковая общность людей.**

Основными условиями возникновения этноса являются общность территории, языка и хозяйственного уклада.

Внутри этноса складываются характерные черты материальной и духовной культуры, групповые психологические характеристики, вырабатывается этническое самосознание.

Наиболее легко определяемым признаком этноса является язык.

Народы распределяются по языковым семьям, связанным общим происхождением.

Сейчас известно около 35 языковых семей.

Экологические факторы этногенеза

Становление этносов связано не только с природными воздействиями, но и с особым спонтанным развитием техники и социальной организации.

Адаптивные способности человека сопряжены с умением не только приспосабливаться к ландшафту, но и приспосабливать ландшафт к своим нуждам.

Важным условием зарождения и развития этносов является природное разнообразие.

Л.Н. Гумилев заметил, что на всей огромной полосе тайги от Онежского озера до Охотского моря не возникло ни одного народа, ни одной культуры: «все, что там есть или было, принесено с юга или с севера».

То же относится к сплошной степи: степь заселялась народами, сложившимися в других условиях.

Подлинными «месторазвитиями» служат территории сочетания двух и более ландшафтов.

Экологические факторы этногенеза

Основные процессы этногенеза в Евразии возникали:

а) в восточной части – при сочетании горного и степного ландшафтов (гунны, монголы, тюркюты, киргизы);

б) в западной части – при сочетании лесного ландшафта с лугами речных долин (германские и славянские племена);

в) в южной части – при сочетании горного, степного и оазисного ландшафтов (хазары, крымские татары, таджики, туркмены и узбеки Средней Азии).

Богатое сочетание ландшафтов области Великих озер в Северной Америке повлияло на образование многих индейских племен.

Экологические ниши человечества

С макроэкологической точки зрения человеческую историю можно рассматривать как последовательную смену экологических ниш *Homo sapiens.*

Экологическая ниша – это многомерное пространство различных экологических факторов, в котором реализуются условия нормального существования определенного организма, популяции или вида и соответствующая его функциональная роль в сообществе.

В антропогеографии и в этнологии используется понятие *«хозяйственно-культурный тип» – определенные комплексы особенностей хозяйства и культуры, которые складываются исторически у различных народов, находящихся на близких уровнях социально-экономического развития и обитающих в сходных естественно-географических условиях.*

***Для раннеисторического времени выделяются 6 основных способов получения продуктов питания, т.е. форм хозяйства, которые характеризуют экономический уклад, типичный для данного сообщества*, по существу соответствующие хозяйственно-культурным типам и их представительству в разных расах.**

Формы хозяйства	Расы		
	Экваториальные	Европеоидные	Монголоидные
Собиратели – живут сбором плодов, корней, насекомых, моллюсков, мелкой дичи. Материальная культура очень бедна и примитивна. Единственное домашнее животное – собака	Бушмены, австралийцы, ведды	Сообщества мезолита (10–6 тыс. лет до н.э.)	Индейцы Огненной Земли, калифорнийские индейцы
Охотники и рыболовы – живут охотой и рыбной ловлей. Ставят силки и капканы для дичи. Их жилища часто хорошего качества. Существуют зачатки гончарного ремесла и ткачества	Пигмеи, народы Западной Африки, меланезийцы, ведды	Кроманьонцы, ископаемые люди из Пржедмоста	Эскимосы, американские индейцы
Пастухи и скотоводы – держат крупный рогатый скот, овец, коз. Приручена лошадь. Выделка шкур и кожи. Часто строят прочные жилища. Возделывают землю	Банту, масаи, готтентоты	Лапландцы, «нордические» народы железного века (с 1-го тысячелетия до н.э.)	Группы южной Манчжурии
Кочевники – скотоводы, регулярно перемещающиеся в поисках пастбищ. Приручены лошади и верблюды	Негры Сахары (народы Нила и Нигера)	Бедуины, туареги	Монголы, народы Туркестана, чукчи
Примитивные земледельцы – садоводство и огородничество на основе ручного труда, имеют подсобные угодья. Небольшую роль играет собирание плодов и ягод, а также охота. Иногда держат свиней и домашнюю птицу	Банту, народы Новой Гвинеи, меланезийцы	Индо-дравиды	Южные монголы, малайцы
Пашенные земледельцы – обрабатывают землю с применением животных и пахотных орудий. Избыток продуктов становится товаром для обмена и высвобождает часть людей для занятия ремеслами	Народы Западной Африки, полинезийцы	Народы Средиземноморья, славяне	Хопи, майя, индонезийцы, северные монголы

Экологические ниши человечества

Все эти формы хозяйства подчинены в основном получению продуктов питания и практически исчерпывают все способы эксплуатации природных биоресурсов.

Если перенести этот подход в современность, то следовало бы к приведенному перечню добавить «работники агропромышленного комплекса и пищевой промышленности».

Но добычей пищи в *эпоху собирательства* занимались все люди, а сейчас – едва 1/3 населения, а в развитых странах – менее 1/10.

В отличие от экологических ниш животных экологические ниши человека постоянно изменялись, увеличиваясь с нарастающей скоростью вместе с этапами исторического развития человечества. При этом сам человек был главным субъектом этих изменений.

Экологические ниши человечества

Базовая реализованная экологическая ниша первобытного человека в большой мере зависела от его энергетических потребностей.

В соответствии с данными о размерах тела средняя удельная расходуемая мощность человека была близка к 2 Вт/кг, а теплоотдача – к 75 Вт/м^2, что определяло потребность в пище примерно 1/12 массы тела в сутки.

***Первый костер, разожженный человеком*, по существу положил начало *техногенезу*.**

Приобретя существенное дополнение к солнечной энергии, воспринимаемой непосредственно и потребляемой в виде пищи, человек стал единственным в природе *энерго-консументом*.

Это расширило экологическое пространство человека до ниши первобытных охотников и рыболовов.

К этому же периоду относится и применение огня с выжиганием леса для целей загонной охоты.

Экологические ниши человечества

Конец палеолита и переход к мезолиту (10–6 тыс. лет до н.э.), характерному для Северной и Средней Европы, ознаменовался новыми достижениями материальной культуры: человек начал сверлить и шлифовать камни, изготавливать топоры с рукояткой, жатвенные ножи, однополозные сани, лодку и весло, лук и стрелы.

Изменение характера землепользования в эту эпоху (на Ближнем Востоке около 9 тыс. лет до н.э., на юге Европы 7–6 тыс. лет до н.э.) обычно называют ***неолитической (первой сельскохозяйственной) революцией.***

Неолитическая революция означала переход от присваивающего к производящему хозяйству – земледелию и животноводству.

Она вызвала к жизни принципиально новый тип **природопользования.**

Если при собирательстве и охоте отношения человека к ресурсам потребления было таким же, как и у животных, то теперь человек стал производить пищу, переделывая или заменяя природные сообщества растений и животных.

Экологические ниши человечества

Переход к земледелию значительно уменьшил необходимую индивидуальную кормовую площадь и довел потребление пищи почти до уровня чистой первичной продукции возделываемых растений примитивных *агроценозов*.

Одновременно это потребовало роста общих затрат энергии на единицу продукции, включая затраты на изготовление орудий, обработку земли и переработку урожая, а также энергию рабочего скота.

Часть людей освободилась для развития ремесел и зарождения на их основе сферы вторичных потребностей.

Но человек еще не научился трансформировать энергию огня.

Это была *эпоха мускульной энергетики*, когда в распоряжении человека были только собственная сила и простые орудия, а затем и сила прирученных животных.

Все это вместе с оседлостью, созданием постоянных поселений и необходимым разделением труда означало появление предпосылок к возникновению устойчивой материальной культуры.

Экологические ниши человечества

С экологической точки зрения это было в значительной мере случайным явлением, так как требовало совпадения ряда редких условий.

Люди должны были найти, освоить и компактно заселить плодородные террасные долины сезонно-влажных субтропиков, где были растения, пригодные для возделывания, животные, пригодные для одомашнивания, и где быстро исчерпывались ресурсы собирательства, примитивной охоты и рыбной ловли.

Недаром древнейшие центры цивилизации независимо возникли всего в четырех небольших регионах – в низовье Нила (культура пшеницы и проса, крупный рогатый скот, верблюд), на юге Месопотамии (культура ячменя, овцы и козы), в среднем течении Меконга (культура риса, зебу и свиньи) и на юге Перу (культура маиса, ламы).

Экологические ниши человечества

На ограниченных территориях освоения человек не мог добыть нужное количество животной пищи (*«кризис консументов»*).

Поэтому распространение земледелия сопровождалось развитием скотоводства и пастбищного хозяйства.

Так как продукция скота по массе на порядок меньше его корма, то *для получения хотя бы 1/10 продуктов питания в виде животной пищи человек вынужден был иметь биомассу скота равную биомассе людей, а площадь пастбищ не меньше площади пашни.*

Кроме того, *эпохе неолита* (на Ближнем Востоке с 6 тыс. лет, в Европе 5–3 тыс. лет до н.э.) принадлежит ряд культурных инноваций, среди которых посуда из обожженной глины (керамика), прядение и ткачество (с помощью простейшего ткацкого станка) из шерсти, конопли, крапивы, льна.

Экологические ниши человечества

Для строительства жилищ кроме дерева и камней стал применяться кирпич-сырец.

Одним из культурных достижений неолита было зарождение металлургии.

Из самородной меди методом холодной ковки человек научился изготовлять мелкие изделия – орудия труда, оружие, украшения.

Наступил *энеолит – меднокаменный век.*

Эта стадия отмечена изобретением алфавита, колеса, паруса, гончарного круга, лошадиной сбруи.

В Северной Европе медь появилась только около 3000 г. до н.э.

Однако везде еще преобладали неметаллические орудия.

Экологические ниши человечества

В 4-м тысячелетии до н.э. на Ближнем Востоке возникает огненная металлургия и начинается *эпоха бронзы* – сплавов меди с мышьяком, оловом, никелем.

Существенно расширяется ассортимент металлических изделий.

Позднее появились предметы из золота и серебра, обработанные драгоценные камни.

Было освоено крашение тканей.

Но еще более важными приметами того времени были возникновение поливного земледелия, подсечно-огневого земледелия, отгонного и кочевого скотоводства.

Человек начал изменять природу.

Земледелец мог произвести продукции больше, чем нужно было его семье; возникли товарные отношения, торговля.

В эту же эпоху и в конце 4-го – начале 3-го тысячелетия до н.э. в Древнем Египте и на юге Двуречья возникли первые города-государства.

Экологические ниши человечества

Потребление человеком продукции агроценозов исключало естественное восстановление биомассы растений и плодородия почв.

Человек вынужден был взять на себя функцию воспроизводства, ежегодно обрабатывая поля.

Во многих случаях это вело к деградации земель и к смене земледельческих цивилизаций на Ближнем Востоке и в Восточной Азии.

Распространение земледелия и скотоводства привело к освоению значительных территорий субтропиков и умеренного пояса.

Увеличились численность и плотность населения.

Одновременно росло душевое энергопотребление.

Так возник контур положительной обратной связи – взаимного стимулирования роста населения и роста экономики.

Экологические ниши человечества

Железный век, ***сменивший век бронзы в начале 1-го тысячелетия до н.э. и ознаменовавшийся ускорением общественного прогресса, по существу продолжается до сих пор.***

На протяжении нескольких тысячелетий сопряженный рост населения и экономики не таил угрозы саморазрушения.

Но, начиная с *эпохи великих географических открытий*, эта взаимная стимуляция стала заметно нарастать.

Заселение европейцами Америки и Австралии, формирование колониальных империй завершили расширение глобального ареала человечества.

Новое время в Европе и в Восточной Азии было временем массового уничтожения лесов.

Позднее то же самое происходило на востоке США.

Стал ощущаться дефицит древесины – «*кризис продуцентов*».

Экологические ниши человечества

Одноступенчатые механические преобразователи природных сил – водяные и ветряные двигатели – перестали удовлетворять человека.

Он постоянно нуждался в концентрации энергии, в повышении ее качества, в увеличении силы и мощности, прилагаемой к объектам деятельности.

Появились первые преобразователи тепловой энергии и новый энергоноситель – каменный уголь.

Как только оказалось, что созданная человеком машина, состоящая из топки, котла и парового двигателя, может развивать мощность многих лошадиных сил, направление общественного прогресса и дальнейших взаимоотношений человека с природой было однозначно предрешено.

С этих пор власть человека над природой стала проявляться, главным образом, в уничтожении природных ресурсов и загрязнении среды.

Экологические ниши человечества

Последующие шаги технического прогресса – двигатель внутреннего сгорания, электричество, промышленная химия, атомная энергетика – не изменили эту тенденцию.

Эпоха истощительной химической теплоэнергетики **еще не закончилась, но уже надвинулась следующая –** ***эпоха ядерной теплоэнергетики на невозобновляющихся ресурсах*****, грозящая еще более опасным загрязнением.**

Применение машин и ископаемого топлива позволило значительно повысить продуктивность земледелия, освоить новые территории и расширить площадь возделываемых земель.

Но одновременно это сильно увеличивало энергоемкость производства продуктов питания и обеспечения других потребностей человека.

Вещественные концентраты энергии – уголь, нефть, газ – оказались универсальной валютой и источниками богатства.

Экологические ниши человечества

На заключительных этапах техногенеза в XX веке окончательно сформировалась *техногенная цивилизация*, адаптированная ко всем типам сред и в колоссальном масштабе реализующая идеологию потребительского отношения к природе.

***Техногенез в истории цивилизации* – это нарождение техники, создание человеком все более совершенных способов, орудий и устройств для воздействия на окружающий материальный мир с целью создания и потребления благ.**

***Техногенез с экологической точки зрения* – это нарождение техники, последний по времени этап эволюции, обусловленный деятельностью человека и вносящий в биосферу вещества, силы и процессы, которые изменяют и нарушают ее равновесное функционирование и замкнутость биологического круговорота.**

Экологические ниши человечества

Мировое хозяйство можно рассматривать как видовую реализованную экологическую нишу человечества.

По многим пространственным и потоковым параметрам она совпадает с биосферой, экологическая емкость которой ограничена.

Поэтому *неизбежны конкурентные отношения между активными элементами техногенной среды и биосферы, между общественными производствами и планетарной биотой.*

***Техносфера – это планетарное пространство, находящееся под воздействием производственной деятельности людей и занятое продуктами этой деятельности*.**

Техносфера включает всю глобальную совокупность орудий, объектов, материальных процессов и продуктов общественного производства.

Общая масса техносферы в настоящее время составляет от 10 до 20 Тт.

Экологические ниши человечества

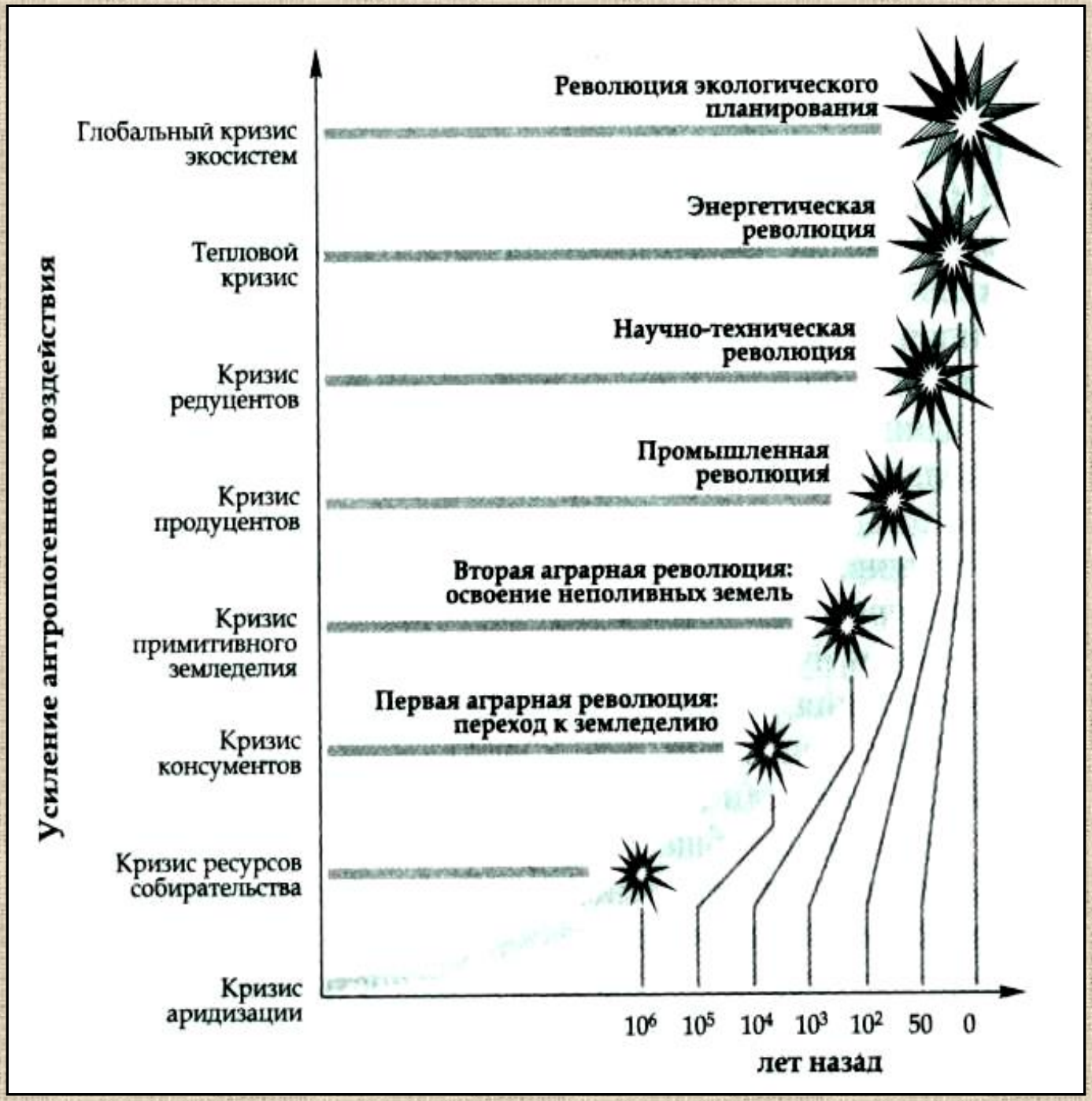
В составе техносферы можно выделить:

техническое вещество ***– активно функционирующая часть средств производства, т.е. совокупность действующих инструментов, станков, машин, механизмов, аппаратов, топок, реакторов, действующих коммуникаций*** **и т.п.**

Основное техническое вещество имеет массу 15 Гт и в настоящее время обновляется за средний срок порядка 10 лет. Техника воспроизводит сама себя. Искусственное вытесняет естественное.

техногенное вещество ***– вся остальная, неактивная масса техносферы – здания, сооружения, коммуникации, скопления извлеченных пород и отходов производства и потребления, техногенные эмиссии и т.д.***

Масса техногенного вещества к настоящему времени достигла колоссальной величины – 8,5 Тт – почти в полтора раза больше массы биоты биосферы.



Экологические кризисы в развитии цивилизаций (по Н.Ф. Реймерсу, 1992)

Экологические кризисы в развитии биосферы и цивилизаций

(по Н.Ф. Реймерсу, 1992 с изменениями)

Название кризиса	Время	Причины кризиса	Пути выхода из кризиса
Предантропогенный	3 млн. лет назад	Наступление засушливого периода (аридизация климата)	Возникновение прямоходящих антропоидов
Обеднения ресурсов собирательства и промысла для человека	30–50 тыс. лет назад	Недостаток доступных первобытному человеку ресурсов	Простейшие биотехнические мероприятия типа выжигания растительности для обновления экосистем
Перепромысла крупных Животных (кризис консументов)	10–50 тыс. лет назад	Уничтожение доступных крупных животных человеком-охотником	Переход к примитивному земледелию, скотоводству (неолитическая революция)
Примитивного поливного земледелия	1,5–2 тыс. лет назад	Примитивный полив и сопутствующие ему истощение и засоление почв	Переход к неполивному (богарному) земледелию
Недостатка растительных ресурсов и продовольствия (кризис продуцентов)	150–250 тыс. лет назад	Истощительное землепользование, отсталые технологии	Промышленная революция, новые технологии в сельском хозяйстве
Глобального загрязнения среды и угрозы истощения ресурсов (кризис редуцентов)	30–50 тыс. лет назад и по настоящее время	Истощительное природопользование, многоотходные технологии	Энергосберегающие технологии, безотходное производство, поиск экологически приемлемых решений
Глобальный термодинамический (теплового загрязнения)	Начался и прогнозируется	Выделение в среду большого количества тепла, особенно из внутренних источников, парниковый эффект	Ограничение использования энергии, предотвращение парникового эффекта, поиск решений
Глобального исчерпания надежности экологических систем	Первые признаки и прогноз	Нарушение экологического равновесия в масштабах планеты	Приоритет экологических ценностей перед всеми другими, поиск решений

Автор презентации Красуцкий Б.В. – профессор кафедры общей экологии ГОУ ВПО «Челябинский государственный университет», доктор биологических наук

В презентации использованы материалы рабочей тетради по курсу «Теория эволюции» (Тетрадь по курсу «Теория эволюции» / Учебное пособие для студентов биологических специальностей педагогических ВУЗов. Авторы-составители: Красуцкий Б.В., Лихачев С.Ф. // Методология и методика естественных наук. Выпуск 30. – Омск: ПЦ КАН, 2008 – 103 с.)

и презентации учителя биологии ГОУ «Гимназия № 26», г. Набережные Челны Андриановой А.А. по разделу: «Антропогенез»