

Министерство образования и науки Российской Федерации

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра общей биологии

Е.Н. Чиркова, Е.В. Пятина

ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИЙ

Методические указания
к практическим занятиям

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
Государственного образовательного учреждения высшего профессионального
образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург
ИПК ГОУ ОГУ
2010

УДК 575.8 (07)
ББК 28.02 я7
Ч 65

Рецензент – кандидат биологических наук Л.В. Анилова

Чиркова, Е.Н.
К 89 Теория эволюций: методические указания к практическим занятиям/Е.Н. Чиркова, Е.В. Пятина: Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2010.- 61 с.

Основное содержание: история эволюционного учения; микроэволюция; изменчивость; естественный и искусственный отбор; методы изучения истории Земли; антропогенез. Каждое занятие включает теоретическое изложение материала, контрольные вопросы и задания для самоподготовки.

Методические указания предназначены для выполнения практических занятий по дисциплине "Теория эволюций" студентами специальностей 020803 – Биоэкология, 020201 – Биология.

УДК 575.8 (07)
ББК 28.02 я7

© Чиркова Е.Н., Пятина Е.В., 2010
© ГОУ ОГУ, 2010

Содержание

| | |
|---|----|
| Введение..... | 4 |
| 1 Тема 1. Краткая история эволюционного учения..... | 5 |
| 2 Тема 2. Микроэволюция. Элементарные эволюционные факторы.... | 9 |
| 3 Тема 3. Изменчивость. Искусственный отбор..... | 11 |
| 4 Тема 4. Учение Ч. Дарвина о борьбе за существование и естественном отборе..... | 19 |
| 5 Тема 5. Главные направления эволюции..... | 25 |
| 6 Тема 6. Методы изучения истории земли. Календарь истории земли.. | 30 |
| 7 Тема 7. Гипотеза дрейфа континентов. Характеристика периодов геохронологической таблицы..... | 36 |
| 8 Тема 8. Антропогенез (часть 1)..... | 44 |
| 9 Тема 9. Антропогенез (часть 2)..... | 49 |
| 10 Вопросы для экзамена по теории эволюций..... | 58 |
| Список использованных источников..... | 60 |

Введение

Эволюционное учение, занимая центральное место в огромном и многообразном здании современной биологии, является в определённом смысле её методологическим содержанием, т. к. без эволюционного подхода оказывается невозможным естественнаучное объяснение любых фактов в биологии.

Изучение теории эволюции базируется на познании естественно-научных основ жизни, при этом дисциплина использует знания многих естественных дисциплин: общей биологии, физики, геологии, географии, органической химии, латинского языка, зоологии позвоночных и беспозвоночных животных, ботаники, физиологии растений, физиологии человека и животных, экологии животных, генетики, молекулярной биологии, генетики, философии, методологии, общей экологии и имеет необходимый терминологический тезаурус (глоссарий).

Методические указания включают основные разделы теории эволюций, содержат различные задания, в том числе в виде таблиц, схем, графиков, которые позволяют оптимизировать учебный процесс и способствуют более глубокому пониманию данной дисциплины.

1 Тема 1. Краткая история эволюционного учения

1. 1 Контрольные вопросы

- 1 Додарвиновский период в биологии
- 2 Разработка бинарной номенклатуры
- 3 Работы К.Линнея. Их значение для создания эволюционной теории
- 4 Эволюционная теория Ж.Б. Ламарк

1. 2 Самостоятельная работа

Задание 1

Эволюционное учение изучает общие закономерности и движущие силы исторического развития жизни, которые впервые в общей форме были определены Ч.Дарвином. Но еще задолго до Дарвина были сделаны попытки объяснить многообразие живых организмов, с одной стороны, и структурное и функциональное сходство между ними - с другой. Выдвигались различные эволюционные гипотезы, объясняющие эти сходства. В таблице 1 приведена краткая история развития эволюционной теории.

Таблица 1

| Автор | Концепция |
|--------------------|---|
| Конфуций | Жизнь возникла из одного источника путем постепенного развертывания и разветвления |
| Диоген | Все вещи - результат дифференциации одной и той же вещи и подобны ей |
| Эмпедокл | Воздух, земля, огонь и вода - четыре коня всего сущего. Жизнь возникла в результате действия сил притяжения и отталкивания между этими четырьмя элементами. Пытался объяснить происхождение Вселенной, растений, животных и человека (впервые высказал зачатки идеи об эволюции органического мира) |
| Демокрит | Живые существа возникли на Земле путем самозарождения из ила |
| Анаксагор | Организмы возникли из «зародышей», носящихся в воздухе |
| Фалес | Все живое происходит из воды |
| Анаксимандр | Растения, затем животные и, наконец, человек возникли из тины на формировавшейся Земле |

Продолжение таблицы 1

| Автор | Концепция |
|-----------------------------------|---|
| Аристотель | Сформулировал теорию непрерывного и постепенного развития живого из неживой материи, основанную на его наблюдениях над животными. Создал представление о «лестнице природы» применительно к миру животных |
| Джон Рей | Создал концепцию вида |
| Карл Линней | Ввел биномиальную систему номенклатуры. Считал, что роды были созданы по отдельности, а виды представляют собой варианты родов |
| Бюффон | Высказал мнение о том, что разные типы животных имеют различное происхождение и возникли в разное время. Признавал влияние внешней среды и наследование приобретенных признаков |
| Джеймс Хаттон | Теория униформизма. Исчисляет возраст Земли миллионами лет |
| Эразм Дарвин | Жизнь возникла из одной «нити», созданной богом. Не признавал отдельного сотворения человека. «Нить» эволюционировала в результате наследования приобретенных признаков |
| Жан Батист Ламарк | Наследование приобретенных признаков (воздействие внешней среды на организмы и передача фенотипических признаков потомству). Концепция упражнения и неупражнения органов |
| Жорж Кювье | Использование палеонтологической летописи. Ископаемые остатки - результаты «катастроф», после которых создавались новые виды |
| Уильям Смит | Возражал против теории катастроф Кювье, основываясь на непрерывном распространении сходных видов в близких по возрасту слоях |
| Чарлз Лайель | Продемонстрировал прогрессивные изменения ископаемых остатков |
| Чарлз Дарвин | Сформулировал теорию эволюции в результате естественного отбора |
| Альфред Рассел | Сформулировал теорию, сходную с дарвиновской, но не включил в нее человека |
| Гуго де Фриз | Открыл существование наследуемых мутаций, составляющих основу дискретной изменчивости, считая, что виды возникают в результате мутаций |
| Август Вейсман | Показал, что половые клетки обособлены от остального организма и поэтому не подвержены влияниям, действующим на соматические клетки |
| Грегор Мендель | Генетические исследования (опубликованы в 1865 г.), получившие признание только после 1900 г. Открыл законы наследственности |
| Т. Хант Морган | Создал хромосомную теорию наследственности, основанную на генетических и цитологических данных |
| Г. Дж. Меллер | Генотип может измениться под действием рентгеновских лучей: индуцированные мутации |
| Р.А. Фишер | Изменения, изучаемые генетиками, аналогичны изменениям, выявленным в палеонтологической летописи |
| Дж. Ледерберг и А.Д. Херши | Продемонстрировали ценность бактерий как объектов для изучения генотипических изменений |

Продолжение таблицы 1

| Автор | Концепция |
|---------------------------------|--|
| Дж. Уотсон и Ф. Крик | Предложили модель молекулярной структуры ДНК и механизма ее репликации |
| Ф. Жакоб, Ж. Моно | Открыли механизм регуляции генной активности |

Ознакомившись с таблицей 1, подготовьте доклады, используя данные концепции.

Задание 2

Первая целостная концепция эволюции была изложена французским естествоиспытателем Ж.Б.Ламарком в 1809 г. в труде "Философия зоологии".

Ламарк рассматривал развитие жизни от низших форм к высшим. Он приходит к выводу о нереальности вида, считая, что виды постоянно изменяются, превращаясь в новые, более совершенные. Главными факторами изменчивости видов Ламарк считал влияние внешней среды и упражнение или неупражнение органов. Он выделил две формы изменчивости:

- 1) прямую непосредственную изменчивость растений и животных под влиянием внешних условий;
- 2) косвенную изменчивость высших животных, имеющих развитую нервную систему, с участием которой воспринимается воздействие условий существования.

По мнению Ламарка, в измененных условиях среды у организмов возникают новые потребности, новые формы поведения, которые вызывают изменения в интенсивности упражнения органов, а значит, степени их развития или редукции. Если индивидуальные изменения повторяются в ряде поколений, то они при размножении передаются по наследству потомкам. Например, развитие плавательных перепонок у водоплавающих птиц, форма тела у камбалы, длинная шея и ноги у жирафа. Ламарк допускал, что изменения внешней среды всегда вызывают адекватные изменения организмов. Приспособительный характер изменений он объяснял

внутренним стремлением организмов к совершенствованию, к прогрессивному развитию.

Рассмотрев, концепцию Ж.Б. Ламарка ответьте на вопросы:

1 Почему систему животных и растений Ламарка считают естественной?

2 Как Ламарк решал проблему "изменчивости" и "приспособленности"?

3 Каков подход ученого к вопросу об историческом развитии природы?

4 Можно ли взгляды Ламарка считать эволюционными?

5 Придумайте примеры образования органов с точки зрения Ж.Б. Ламарка (желательно у животных и растений).

6 Как идет развитие видов по Ламарку?

7 Какие из поставленных проблем Ламарку удалось решить, а какие - нет?

Задание 3

Ч.Дарвин впервые обосновал материалистическую теорию эволюции. Он доказал реальность существования развивающегося вида, который зарождается, эволюционирует и исчезает. Дарвин обосновал принцип единства прерывности и непрерывности в возникновении вида, показал, как неопределенные случайные изменения под действием естественного отбора превращаются в адаптивные признаки вида. Ученый определил материальные причины этого явления и показал формирование относительной целесообразности. Заслуга Ч.Дарвина в науке заключается не столько в том, что он доказал существование эволюции, сколько в том, что объяснил, как она может происходить (Грин и др., 1990). Уже в 1860 г. ученые многих стран приняли учение Дарвина.

Подготовьте доклад на тему: «Учение Ч. Дарвина» и ответьте на вопросы:

1 Почему Ч.Дарвин в начале работы «Происхождение видов» рассматривает вопрос об изменениях в условиях одомашнивания?

2 Как Дарвин использовал научный метод в своих исследованиях?

3 Что характеризует Дарвин в третьей главе: борьбу за существование или жизненное состязание?

Задание 4

«Твердо помнить должно, что видимые телесные на земле вещи и весь мир не в таком состоянии были с начала от создания, как ныне находим, но великие происходили в нем перемены, что показывает история и древняя география, с нынешней снесенная, и случающиеся в наши веки перемены земной поверхности... Итак, напрасно многие думают, что все, как видим, с начала творцом создано» М.В. Ломоносов.

- 1 Каковы взгляды М.В. Ломоносова на природу?
- 2 Сравните мировоззренческие взгляды М.В. Ломоносова и К. Линнея.

Задание 5

Дополните таблицу 1 взглядами первых русских эволюционистов (М.В. Ломоносов, А.Н. Радищев, П.С. Паллас, А.А. Каверзнев, М. Таушер, М.А. Максимович, К.Ф. Рулье)

2 Тема 2. Микроэволюция. Элементарные эволюционные факторы

2.1 Контрольные вопросы

- 1 Общая характеристика элементарных эволюционных факторов
- 2 Мутационный процесс. Рекомбинации
- 3 Дрейф генов. Эффект Болдуина
- 4 Генетическая гетерогенность и уникальность природных популяций

2.2 Самостоятельная работа

Задание 1

Заполните таблицу 2, дайте характеристику каждому методу исследования:

Таблица 2

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Элементарные эволюционные факторы | Дополнительные эволюционные факторы |
| | |

Какие процессы обеспечивают данные факторы?

Задание 2

Заполните таблицу 3, охарактеризуйте каждую группу:

Таблица 3

| | |
|-------------|-------------|
| Гаплобионты | Диплобионты |
| | |

Подвергается мутантный аллель у диплобионтов естественному отбору?

Задание 3

Выберите правильное утверждение, «Рецессивные аутосомные мутации – это...»

- 1) доминантная мутация сразу проявляется в фенотипе и подвергается действию естественного отбора;
- 2) сразу проявляются у гетерогаметного пола;
- 3) практически не имеют шансов проявиться в фенотипе.

Задание 4

Ответьте на вопросы:

- 1 Какие мутации приводят к следующим заболеваниям: гемофилии и мышечной дистрофии?
- 2 Какие мутации приводят к следующим заболеваниям: поликистоз почек, заболевания толстого кишечника?
- 3 Могут ли доминантные мутации проявляться как адаптации?

Задание 5

Зарисуйте таблицу 4 и ответьте на следующие вопросы:

Таблица 4

| | | | | | | | | |
|----------------------------|---|----|-----|-----|-----|------|------|------|
| Поколения | 0 | 20 | 260 | 450 | 750 | 1250 | 2100 | 3550 |
| $q(a), \times 10^{-6}$ | 1 | 5 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
| $q^2(aa), \times 10^{-12}$ | 1 | 25 | 99 | 121 | 144 | 169 | 196 | 225 |

1 Если не учитывать обратных мутаций, то частота мутантного аллеля будет возрастать или убывать?

2 В длительно существующих популяциях вероятность фенотипически рецессивных мутаций убывает или возрастает?

Задание 6

Заполните таблицу 5, охарактеризуйте каждую группу и ответьте на вопросы:

Таблица 5

| Генетический импринтинг | Прогрессирующая амплификация | Рекомбинации |
|-------------------------|------------------------------|--------------|
| | | |

1 Какие гены называются импринторами?

2 У каких групп организмов выявлен мейотический драйв?

Задание 7

Решите задачу:

В некоторой популяции существует вероятность проявления мутации. Чему равна вероятность утраты мутантного аллеля (L) при числе потомков (N)= 1; (N)= 2; (N)= 3.

3 Тема 3. Изменчивость. Искусственный отбор

3.1 Контрольные вопросы

1 Изменчивость и ее виды

2 Модификации. Морфозы.

3 Комбинативная и коррелятивная изменчивость.

4 Искусственный отбор и формы искусственного отбора.

3.2 Самостоятельная работа

Задание 1

Изменчивость - это процесс возникновения новых особенностей, приводящий к развитию различий между особями. Дарвин указывает, что форма и характер изменений определяются внешними факторами (температура, свет, влажность, пища и т.п.) и природой самого организма. Воздействие среды может изменить наследственную природу половых клеток развивающегося зародыша, взрослого организма скрещиванием различных форм (появление у гибридов несвойственных исходным формам), изменением, обусловленным коррелятивной зависимостью частей организма (длина клюва и языка у птиц).

Определенная изменчивость (по Ч. Дарвину) - массовая изменчивость, когда все организмы одной породы или сорта под влиянием определенных причин изменяются одинаково (рост зависит от количества пищи, толщина кожи и волосистость - от климата).

Неопределенная изменчивость (по Ч. Дарвину) - те бесконечные разнообразные слабые различия, которые не могли быть унаследованы ни от одного из родителей, ни от более отдаленных предков. По Дарвину, неопределенная изменчивость носит, как правило, единичный, индивидуальный характер; такие изменения возникают в результате индивидуального реагирования организмов на воздействие внешней среды.

Соотносительная (коррелятивная) изменчивость выражается в наличии у организмов определенных соотношений (корреляций) между различными структурами, при изменении одной из которых закономерно изменяется и другая (глухота белых котов, имеющих голубые глаза, ядовитость некоторых растений для белых овец и свиней, но безвредных для черных, длина шеи и ног у болотных птиц). Ч.Дарвин указывает, что среди всех форм изменчивости для эволюционного процесса очень важна

наследственная изменчивость, которая является первичным материалом для образования новых сортов и пород.

Географическая изменчивость - это наличие различий между пространственно разобщенными популяциями одного вида. Исследования показали, что можно заключить следующее:

- 1) каждая популяция данного вида отличается от других популяций генетически, биометрически и т.д;
- 2) степень развития между популяциями варьирует от едва заметных до видовых;
- 3) соседние популяции бывают сходными по одним признакам и различаются по другим;
- 4) все признаки подвержены географической изменчивости;
- 5) в целом географическая изменчивость носит адаптивный характер;
- 6) географическая изменчивость ведет к увеличению генетического разнообразия.

Составьте таблицу «Виды изменчивости» и приведите примеры.

Задание 2

Изменчивость (современное определение) - это свойство организмов приобретать новые признаки и различия между особями в пределах вида.

Причинами изменчивости являются:

- 1) воздействие условий среды обитания;
- 2) изменение генов (мутации);
- 3) образование комбинаций генов в потомстве (комбинативная изменчивость);
- 4) влияние одного гена на формирование нескольких признаков (коррелятивная изменчивость). Вся наблюдаемая изменчивость какого-либо признака или свойства в пределах нормы реакции называется *фенотипом*. *Фенотип* - совокупность признаков и свойств любого индивидуума, как результат взаимодействия между генотипом и средой.

Мутации - это наследственные изменения генотипа. Мутации являются дискретными изменениями наследственной информации особи. Выраженность мутаций будет зависеть от генотипического фона и конкретных внешних условий, в которых идет развитие организма.

Один и тот же ген у одних особей может быть доминантным, а у других - фенотипически не проявиться (у горностаевых кроликов черные кончики ушей, мордочки и лапок проявляются при температуре не выше +20°C, а в условиях выращивания при температуре +30°C образование меланина тормозится и черной окраски в волосяном покрове не образуется). Мутациям присущи следующие особенности:

- 1) они постоянно возникают в природе;
- 2) носят направленный характер, т.е. неадекватны среде;
- 3) проявление их зависит от генотипического фона и воздействия внешней среды;
- 4) являются наследственными изменениями;
- 5) представляют элементарный эволюционный материал.

Модификации - это фенотипическое выражение вида в изменяющихся условиях среды, при этом наследуются не признаки и свойства, а способность изменяться соответствующим образом при определенных условиях среды. В связи с этим модификации всегда носят приспособительный характер (бело-кочанная капуста в жарких странах не образует кочана). С течением времени модификации могут стать наследственными.

Морфозы - это ненаследственные изменения, возникающие в результате действия факторов среды, выходящих за нормы реакции и приводящие к патологически неадаптивным признакам. Морфозам свойственно следующее:

- 1) имеют резко выраженные отклонения в строении особи по сравнению с ее родителями;
- 2) не имеют приспособительного характера;
- 3) характеризуются ненаследственной индивидуальной изменчивостью.

Морфозы бывают:

- хемоморфозы - изменения под действием химических агентов;
- радиморфозы - изменения под действием различных видов облучения.

Комбинативная изменчивость. При половом размножении возникает новая система взаимодействующих генов, в результате у потомков проявляются новые признаки и свойства (например, опыты Г.Менделя по моногибридному скрещиванию гороха с желтыми и зелеными семенами). При скрещивании могут появиться признаки, отсутствующие у родителей. Комбинативная изменчивость имеет следующее значение:

- 1) стимулирует возникновение новых наследственных изменений;
- 2) повышает генетическое и фенотипическое многообразие потомства;
- 3) повышает жизнеспособность потомства;
- 4) нейтрализует вредное влияние мутаций.

Коррелятивная изменчивость - это вторичные изменения, возникающие в ходе онтогенетического развития под влиянием какого-либо вторичного изменения.

Причиной коррелятивной изменчивости органа является реакция на внешнее воздействие: первичное изменение в одном органе приводит к изменению в другом (например, недоразвитость зубов у гладкошерстных собак).

Заполните таблицу 6, приведите примеры.

Таблица 6

| Изменчивость | | | | |
|----------------|------------------|----------------|--------------|---------|
| Групповая | | Индивидуальная | | |
| наследственная | ненаследственная | мутации | рекомбинации | морфозы |
| | | | | |

Задание 3

Известно, что у большинства особей медоносных пчел длина губы с язычком (хоботка) средних размеров, но встречаются особи с длинными и маленькими хоботками. Какое значение для жизни популяций имеют такие

различия? Какими положениями эволюционного учения можно объяснить этот факт?

Задание 4

Искусственный отбор - это осуществляемая человеком система мероприятий по усовершенствованию существующих и созданию новых пород животных и сортов растений с полезными в хозяйственном отношении наследственными признаками. Приручение и одомашнивание животных началось 10-15 тыс. лет. тому назад в период перехода человека от охоты к собирательству, оседлому образу жизни и земледелию. За историю цивилизации было одомашнено около 60 видов млекопитающих, примерно 10 видов птиц, из насекомых одомашнили пчел, дубового и тутового шелкопряда. Древними селекционерами проделана огромная работа по формированию видового состава культурных растений, которые и сегодня составляют основу сельского хозяйства (например, пшеница выращивалась еще 8-10 тыс. лет назад). В процессе одомашнивания дикие виды претерпели существенные изменения. К середине XIX века было известно несколько сотен пород крупного рогатого скота, которые произошли от 3-4 видов диких животных, сотни пород кур произошли от одного предка - банкивских кур, а более 4 тысяч сортов пшеницы произошли от других диких предков - однозернянки и эйлера. Породы и сорта отличаются не только от предков, но и между собой. Важно было установить, как создается такое разнообразие сортов и пород с их приспособлениями для человека. Некоторые породы и сорта могли возникнуть внезапно - одним скачком; так возникли исходные формы для создания породы ангорских овец, некоторые породы собак (такса, бульдог), сортов растений (махровые астры, деревья с плакучими кронами). В целом *невозможно объяснить, чтобы все породы возникли внезапно столь совершенными и полезными*. Такие крупные изменения происходят довольно редко, а многие из них не представляют интереса для человека, например, бесхвостые жеребята.

Формы искусственного отбора

1 Наиболее примитивной и древней формой искусственного отбора является *бессознательный отбор*, при котором человек не ставит цель создать новую породу или сорт, а лишь оставляет на племя животных с лучшей продуктивностью, красивой окраской волосяного покрова, хорошей формой. Используя естественную изменчивость и наследственность посредством размножения одних особей и выбраковки других, человек в течение тысячелетий формировал животных разной масти, с различным уровнем продуктивности, а растения - с разнообразной окраской цветков, с различной урожайностью и содержанием питательных веществ. Бессознательный отбор (по Ч. Дарвину) - промежуточное звено между естественным и искусственным отбором.

2 Наиболее прогрессивный метод отбора - *методический*, когда преследуют определенные цели, ставят конкретные задачи в выведении новых пород животных и сортов растений. Селекционер использует естественную изменчивость организмов или вызывает ее различными способами, проводит подбор пар для спаривания, обеспечивает закрепление нужных признаков в последующих поколениях. Методический отбор может быть однократным и многократным.

Однократный отбор происходит в течение одного поколения в силу появления мутаций (возникновение мошанской породы овец с длинной мягкой волнистой шерстью). Многократный отбор продолжается в течение нескольких поколений.

3 *Инбридинг* (родственное скрещивание) состоит в избирательном скрещивании между близкородственными особями с целью сохранения и распространения особенно желательных признаков. Инбридинг часто используют при разведении кошек и собак. Длительный инбридинг может привести к снижению плодовитости, к ослаблению устойчивости к заболеваниям.

4 *Аутбридинг* (неродственное разведение) - скрещивание особей из генетически различных популяций. Аутбридинг применяют для получения у растений новых, более ценных признаков. Разнородный подбор позволяет создать новые, ценные признаки, отсутствующие у родителей, исправить недостатки, свойственные одному из родителей. Потомков от скрещивания называют гибридами. Они превосходят родительские формы по величине и количеству плодов, устойчивости к заболеваниям и скорости созревания. Иногда гибридизация может сопровождаться изменением числа хромосом - полиплоидизацией, которая может приводить к возникновению новых видов.

5 *Неумышленный отбор на устойчивость к антибиотикам, пестицидам гербицидам*, которому подвергаются соответственно патогенные микроорганизмы, вредители и сорняки. Создается порочный круг: *все возрастающее число химических веществ, изобретаемых для борьбы с вредными организмами, приводит к появлению новых форм, устойчивых к этим веществам.*

Ответьте на следующие вопросы:

- 1 Что такое искусственный отбор, порода, сорт? На основании чего Дарвин пришел к выводу о наличии искусственного отбора?
- 2 Доказательство искусственного отбора.
- 3 Охарактеризуйте понятие «накапливающее действие отбора».
- 4 Как производится искусственный отбор?
- 5 Условия, благоприятствующие проведению искусственного отбора по Дарвину.
- 6 Механизм породообразующего и сортообразующего действия искусственного отбора.
- 7 Творческая роль искусственного отбора.
- 8 Взаимосвязь изменчивости, наследственности и искусственного отбора.
- 9 Формы искусственного отбора по Дарвину.
- 10 Какова польза или вред действия искусственного отбора для видов?

Задание 5

Рассмотрите такие породы собак, как дог, такса, пудель, овчарка, борзая. Установите черты сходства и различия. Какими общебиологическими закономерностями может быть обусловлено сходство и различие? Использование каких знаний может быть направлено на улучшение этих пород или создание новых?

Задание 6

Селекционеры всех стран в содружестве с другими специалистами ежегодно представляют на международные рынки семена, новые сорта и гибриды культурных растений. На какие положения эволюционного учения опираются в своей работе селекционеры?

4 Тема 4. Учение Ч. Дарвина о борьбе за существование и естественном отборе

4.1 Контрольные вопросы

- 1 Борьба за существование. Пассивная и косвенная борьба.
- 2 Элиминация. Общая и избирательная элиминация.
- 3 Естественный отбор. Формы естественного отбора.

4.2 Самостоятельная работа

Задание 1

Борьба за существование – это совокупность сложных взаимоотношений, определяющих успех или неудачу особи в ее выживании и оставлении потомства.

Разнообразие взаимоотношений в природе можно объединить в **три** особые формы:

- 1) отношения организмов и видов с неживой природой;
- 2) взаимоотношения организма с особями других видов (межвидовые отношения);
- 3) взаимоотношения между особями и группами индивидов одного вида (внутривидовые взаимосвязи).

Межвидовые взаимоотношения разнообразны и довольно сложны. Большое значение имеют отношения, основанные на пищевых связях (растения и растительноядные животные, жертва и хищник, хозяин и паразит), и отношения, возникающие в борьбе за места обитания или размножения (Дарвин указывает, что в Австралии обыкновенная пчела вытесняет местную, лишённую жала).

Приведите свои примеры межвидовых отношений.

Внутривидовые взаимоотношения - взаимоотношения между особями разного пола, между родителями и дочерними поколениями, между особями одного и того же поколения в процессе индивидуального развития (отношения в стае, стаде, колонии и т.д.). Дарвин считает, что внутривидовая борьба наиболее напряжённая, т.к. особи одного и того же вида нуждаются в одной и той же пище и подвергаются одним и тем же опасностям.

Какие ученые занимались этим вопросом? Перечислите.

По Шмальгаузену, борьба за существование проявляется через соревнование и элиминацию.

Соревнование. В различных его формах подчеркивается роль самого организма и индивидуальных особенностей в борьбе за жизнь. Основу соревнования составляет различие между одной популяцией в борьбе за средства к жизни и размножение, а также за сохранение потомства и своей собственной жизни.

Прямая активная борьба выражается в конкуренции за жизненное пространство (за пищу, свет, кислород, воду и т.п.). Например, волчья стая охотится за зайцем. Победу одерживает самый приспособленный. Его потомство будет сыто, быстрее разовьётся. У соперника потомство останется

голодным, будет иметь меньше шансов завершить развитие и продолжить свой род.

Приведите примеры прямой активной борьбы.

Прямая пассивная борьба выражается в непосредственной борьбе с физическими, биологическими факторами за сохранение жизни и оставление потомства. Например, стая косуль уносится от появившегося врага. Молодая отбившаяся от стада самка становится добычей хищников.

Приведите примеры пассивной борьбы.

Косвенная борьба. Факторы, ограничивающие возможность выживания, действуют не прямо, а опосредованно, чаще через физиологическое ослабление. Например, экспериментально было доказано, что недостаток влаги оказывает влияние на плодовитость полевки до полной стерильности. Такое же явление наблюдается в естественных условиях. Исходя из учения о борьбе за существование, Шмальгаузен приходит к выводу, что часть организмов в силу неприспособленности умирает или элиминирует. Заполните таблицу 7 «Борьба за существование».

Таблица 7

| Борьба за существование | Примеры |
|-------------------------|---------|
| Соревнование | |
| Прямая активная борьба | |
| Прямая пассивная борьба | |
| Косвенная борьба | |

Задание 2

Элиминация.

Шмальгаузен выделил две основные формы элиминации.

Общая элиминация - это устранение от размножения или гибель организмов под влиянием биотических или абиотических факторов и независимо от индивидуальных свойств. Она может носить характер аperiodической истребляемости (наводнение, пожар, массовое размножение видов и т.д.) и периодической (действие постоянно повторяющихся факторов). Например, периодическая элиминация определила повышение

плодовитости у печеночного сосальщика. Если неизбирательная элиминация имеет четко выраженный характер и падает на определенный период онтогенеза, то в результате естественного отбора изменяется продолжительность этапов индивидуального развития. При высокой неизбирательной элиминации взрослых особей поденок происходит удлинение личиночной жизни за счет укорочения стадии имаго, и наоборот – при высокой неизбирательной элиминации личинок происходит удлинение взрослой стадии.

Избирательная элиминация носит индивидуальный и групповой характер. В основе этого процесса лежит неодинаковая способность всех особей популяции или других групп особей (по морфологическим, физиологическим, биологическим параметрам) выжить и оставить после себя потомство. Индивидуальная элиминация означает гибель отдельных особей под действием абиотических и биотических факторов среды, при этом выживают особи наиболее соответствующие конкретным факторам среды. Групповая избирательная элиминация основывается на различиях между группами особей (семья, стадо, колония и т.д.). Преимущества одной группы в борьбе за жизнь будут обеспечивать возможность продолжения рода, а отсутствие таковых у другой может привести к полной ее элиминации. В процессе естественного отбора это ведет к групповым адаптациям. Например, забота о потомстве, возникновение средств защиты икры и молоди.

Приведите примеры элиминации. В чем отличие общей элиминации от избирательной?

Задание 3

Естественный отбор

Под **естественным отбором** Ч. Дарвин понимал процесс сохранения полезных индивидуальных изменений или различий и уничтожения вредных. В настоящее время накопилось значительное количество фактов о

естественном отборе, которые сгруппировали в три категории: косвенные доказательства, прямые наблюдения избирательного выживания, эксперименты.

Под естественным отбором понимается избирательное выживание, достижение половой зрелости и размножение, возможность оставления потомства отдельными особями.

Формы естественного отбора

Половой отбор определяется борьбой между особями одного пола, обычно самцами, за обладание особями другого пола, а не борьбой за существования живых существ между собой или внешними условиями. Половой отбор есть частный случай внутривидового естественного отбора, связанного с периодом размножения. Ч.Дарвин различал две формы полового отбора. В одних случаях происходит борьба между самцами, чтобы прогнать или убить соперника. В результате более приспособленные, хорошо вооруженные самцы дают плодовитое потомство. В других случаях самцы не борются друг с другом, а "конкурируют" между собой. При этой форме полового отбора, производимого самкой, из поколения в поколение совершенствуются и усиливаются вторично половые признаки самца: яркость оперения, брачные песни, способы ухаживания за самкой и т.д. С процессами полового отбора связано явление полового диморфизма: самец и самка обладают различными вторично половыми признаками (яркая окраска и разнообразные украшения самцов многих птиц, полового отличия в развитии, внешности, поведении других животных). Действие полового отбора ярко проявляется у животных с развитой нервной системой и богатой рефлекторной деятельностью (у млекопитающих, птиц, насекомых). Характер полового отбора специфичен для каждого вида. Дарвин несколько излишне подчеркивал преднамеренный выбор самкой наиболее «красивого» самца, тем самым дал повод для обвинения его в антропоморфизме. Гипотеза полового отбора в настоящее время объясняется синхронностью созревания половых продуктов у самцов и самок с соответствующими танцами,

окрасками, запахами. В этом случае самка отдает предпочтение самцу наиболее удачно выполнившему свою роль, а это, в конечном счете, и есть выбор, не связанный с элементами сознательности.

Стабилизирующий отбор наблюдается в том случае, если условия внешней среды длительное время остаются достаточно постоянными. Он направлен против крайних вариантов изменчивости, наблюдаемых в популяциях. В результате средняя величина (среднее состояние) признака остается из поколения в поколение неизменной. Стабилизирующий отбор ведет к большей фенотипической однородности популяции и к ее стабильности. Направление стабилизирующего отбора противоположно схеме дивергентной эволюции, разработанной Дарвином. Под контролем стабилизирующего отбора, действующего длительное время, вид может внешне оставаться неизменным. Но эта неизменность вида кажущаяся. Шмальгаузен подчеркивал, что в таких условиях генофонд вида обогащается новыми мутациями, которые увеличивают мобилизационный резерв.

Дайте сравнительную характеристику половому и естественному отбору. Заполните таблицу 8 «Естественный отбор».

Таблица 8

| Естественный отбор | |
|--------------------|-----------------------|
| Половой отбор | Стабилизирующий отбор |
| | |

Задание 4

В гнездах хищных птиц, например сов, можно часто обнаружить разновозрастных птенцов. Каково биологическое значение этого явления? Какими положениями эволюционной теории можно объяснить особенности размножения хищных птиц?

Задание 5

Какими положениями эволюционной теории Вы можете объяснить выживание через 16 дней только одного вида инфузорий из двух

близкородственных видов, которые выращивались в одинаковых условиях, в одной культуре?

5 Тема 5. Главные направления эволюции

5.1 Контрольные вопросы

- 1 Биологический прогресс. Неограниченный прогресс. Биологическая стабилизация и биологический регресс
- 2 Арогенез и ароморфозы. Эпиморфоз
- 3 Аллогенез и его формы
- 4 Катагенез и его формы
- 5 Правило смены фаз

5.2 Самостоятельная работа

Задание 1

Заполните таблицу 10, дайте характеристику каждому процессу.

Таблица 10

| Биологический прогресс | Биологический регресс |
|------------------------|-----------------------|
| | |

Что такое «персистентные формы»? Приведите примеры.

Задание 2

Заполните таблицу 11. Приведите примеры ароморфозов.

Таблица 11

| Ароморфоз | |
|--------------------|--------------------|
| Крупные ароморфозы | Частные ароморфозы |
| | |

Задание 3

Рассмотрите рисунок 1, 2 и 3. Установите в чем отличия ароморфоза и идиоадаптации?

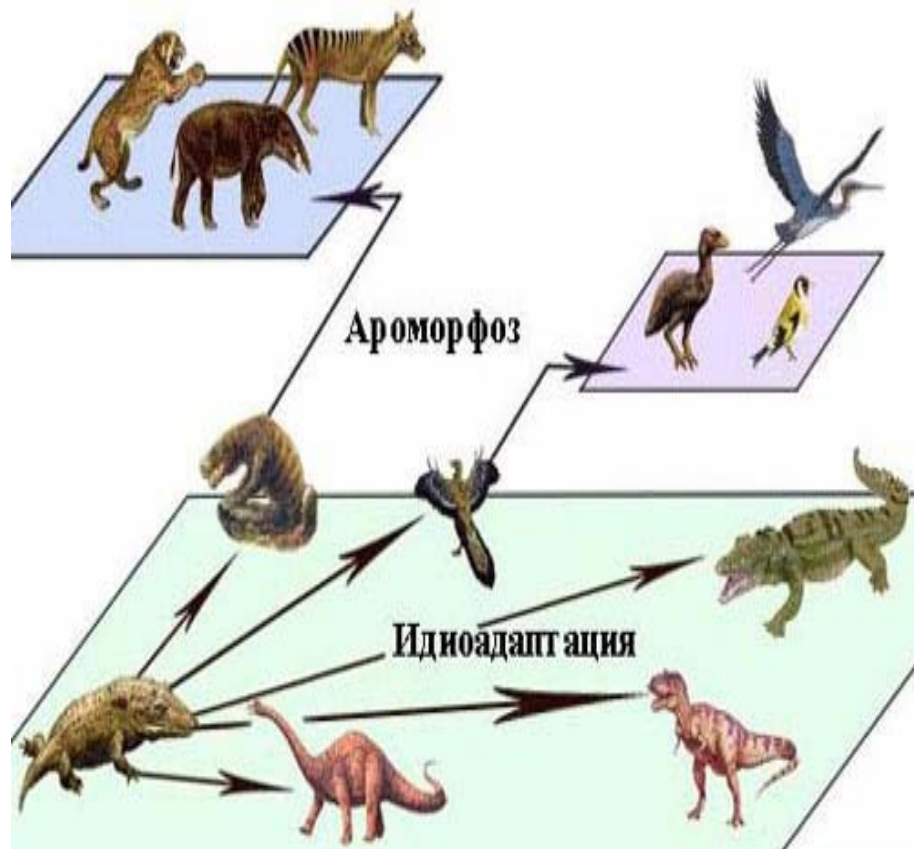


Рисунок 1 - Ароморфоз и идиоадаптация

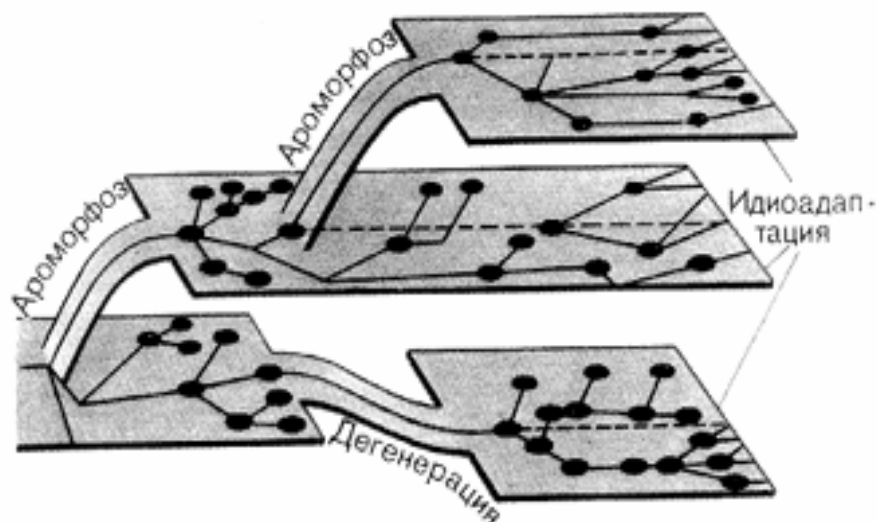


Рисунок 2 - Схема, отражающее соотношение разных форм эволюции по А.Н. Северцову: ароморфоз – подъем на более высокий уровень организации, идиоадаптация – эволюция на одном и том же уровне, дегенерация – упрощение, переход на более низкий уровень организации

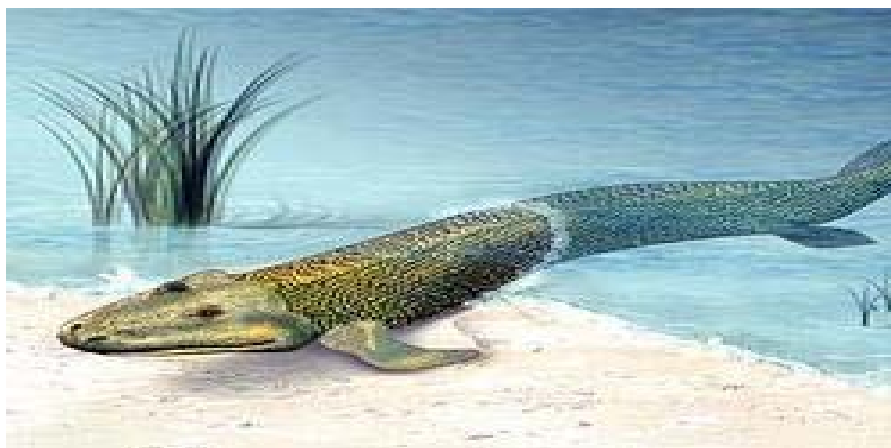


Рисунок 3 - Выход рыб на сушу (конец девонского – начало каменноугольного периода) – классический пример ароморфоза

Примечание - «Вышли на сушу» не сами рыбы, а их потомки – примитивные четвероногие, первые представители которых, такие как ихтиостега, акантостега и др., еще были полностью водными животными, хотя и имели характерные для четвероногих конечности с пальцами

Задание 4

Какое животное вы видите на рисунке? На примере данного животного можно охарактеризовать определенное направление эволюции. Какое это направление эволюции?



Рисунок 4 – Представитель, характеризующий определенное направление эволюции

Задание 5

Правило смены фаз, разработанное А.Н. Северцовым и И.И. Шмальгаузенем, гласит, что **различные направления эволюционного процесса и пути достижения биологического прогресса закономерно сменяют друг друга в ходе эволюции.**

Запишите таблицу 11 «Правило смены фаз» и ответьте на вопрос:

Таблица 11

| Путь эволюции | Формы борьбы за существование | Направления естественного отбора | Результаты |
|--|---|---|--|
| Исходная группа неспециализированные предки | Пассивное соревнование | Отбор на плодовитость | Увеличение плодовитости |
| Арогенез – ароморфные преобразования | Пассивное соревнование и активная конкуренция | Отбор на общую приспособленность | Общебиологический прогресс |
| Аллогенез – алломорфные преобразования | Активная интерференционная конкуренция | Отбор на приспособленность в частных условиях | Дифференцировка внутри крупных таксонов. Адаптивная радиация |
| Аллогенез – теломорфные преобразования | Активная косвенная конкуренция | Отбор на приспособленность в ограниченных условиях и на экономичность | Стабилизация. Сокращение плодовитости. Увеличение продолжительности жизни |
| Дальнейшая специализация, часто связанная с гиперморфозами | Различные формы сосуществования | Отбор на экономичность | Регресс. Сокращение плодовитости. Увеличение размеров и продолжительности жизни. Вымирание наиболее специализированных групп |

Какие пути эволюции ведут к биологическому прогрессу?

Задание 6

Разными эволюционистами неоднократно отмечалось, что филогенетические преобразования самых разнообразных признаков носят циклический характер.

Рассмотрите принцип цикличности филогенетических преобразований в таблице 12.

Таблица 12

| Уровень преобразований, группы организмов и их органы | Стадии циклов | | | |
|--|--|--|--|--|
| | Полимеризация | Дифференцировка | | Олигомеризация |
| | Увеличение числа элементов | Метамеризация | Специализация | Редукция |
| ДНК | Увеличение объема ДНК: дубликации, амплификации | Образование хромосом; автономизация внеядерной ДНК | Продольная дифференцировка хромосом. Образование супергенов | Уменьшение объема ДНК. Уменьшение числа хромосом |
| Онтогенез | Продление жизни особей | Дифференцировка возрастных групп | Разделение стадий развития (полный метаморфоз у ряда насекомых) | Выпадение конечных стадий развития и неотения. Утрата личиночных стадий |
| Животные. Преобразование сегментов тела у беспозвоночных | Стробиляция у низших беспозвоночных (кишечно-полостные, ленточные черви) | Гомономная сегментация у кольчатых червей | Гетерономная сегментация у низших членистоногих. Разделение тела на отделы | Уменьшение числа сегментов. Слияние сегментов и отделов тела |
| Животные. Преобразование числа жаберных дуг у Хордовых | Увеличение числа жаберных дуг у низших Хордовых от 14 до 100-150 пар | | Дифференцировка жаберных дуг на челюстную, подъязычную и артериальные дуги | Уменьшение числа жаберных дуг от 11 до шести. Преобразование двух первых пар дуг |

Запишите данные и сделайте вывод, в чем заключается принцип цикличности преобразований?

Задание 7

Заполните таблицу 13, поставив против каждого пункта буквенное обозначение соответствующего пути эволюции: а – арогенез, б – аллогенез, в – катагенез.

Таблица 13 - Главные направления эволюции

| Приспособительные признаки, возникшие в ходе эволюции | Направление эволюции |
|---|----------------------|
| 1 | 2 |
| 1. Возникновение многоклеточности 2. Возникновение полового процесса | |

Продолжение таблицы 13

| 1 | 2 |
|---|---|
| <p>3. Возникновение хорды 4. Образование позвоночника 5. Образование пятипалых конечностей 6. Образование цепкого хвоста (у обезьяны) 7. Образование у земноводных трехкамерного сердца 8. Образование у земноводных двух кругов кровообращения 9. Возникновение теплокровности 10. Ускорение проведения по нервам возбуждения у позвоночных 11. Усложнение головного мозга 12. Увеличение массы головного мозга 13. Переход к внутреннему оплодотворению у позвоночных 14. Утрата четырех пальцев из шести (у лошадей) 15. Утрата конечностей (у китов) 16. Утрата густого шерстяного покрова (у слона) 17. Утрата органов пищеварения (у ленточных червей) 18. Образование хобота у слона 19. Образование хобота у слона 20. Удлинение шеи у жирафа 21. Возникновение хлорофилла 22. Возникновение фотосинтеза 23. Дифференциация слоевища на лист, стебель и корень 24. Возникновение ползучего стебля у земляники 25. Возникновение полового процесса 26. Появление проводящей ткани 27. Появление цветка у покрытосеменных 28. Утрата листьев и превращение их в колючки 29. Появление плода у покрытосеменных 30. Появление семян у голосеменных 31. Появление клубней у дикого картофеля</p> | |

6 Тема 6. Методы изучения истории земли. Календарь истории земли

6.1 Контрольные вопросы

- 1 Методы геохронологии
- 2 Дендрохронологический метод
- 3 Календарь истории земли

Задание 1

Заполните таблицу 14.

Таблица 14 – Методы геохронологии

| Методы геохронологии | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| Методы относительной геохронологии | Методы абсолютной геохронологии |
| | |

Задание 2

Рассмотрите разные виды геохронологических таблиц (рисунки 5, 6 и 7).
Запишите основные эры, периоды.

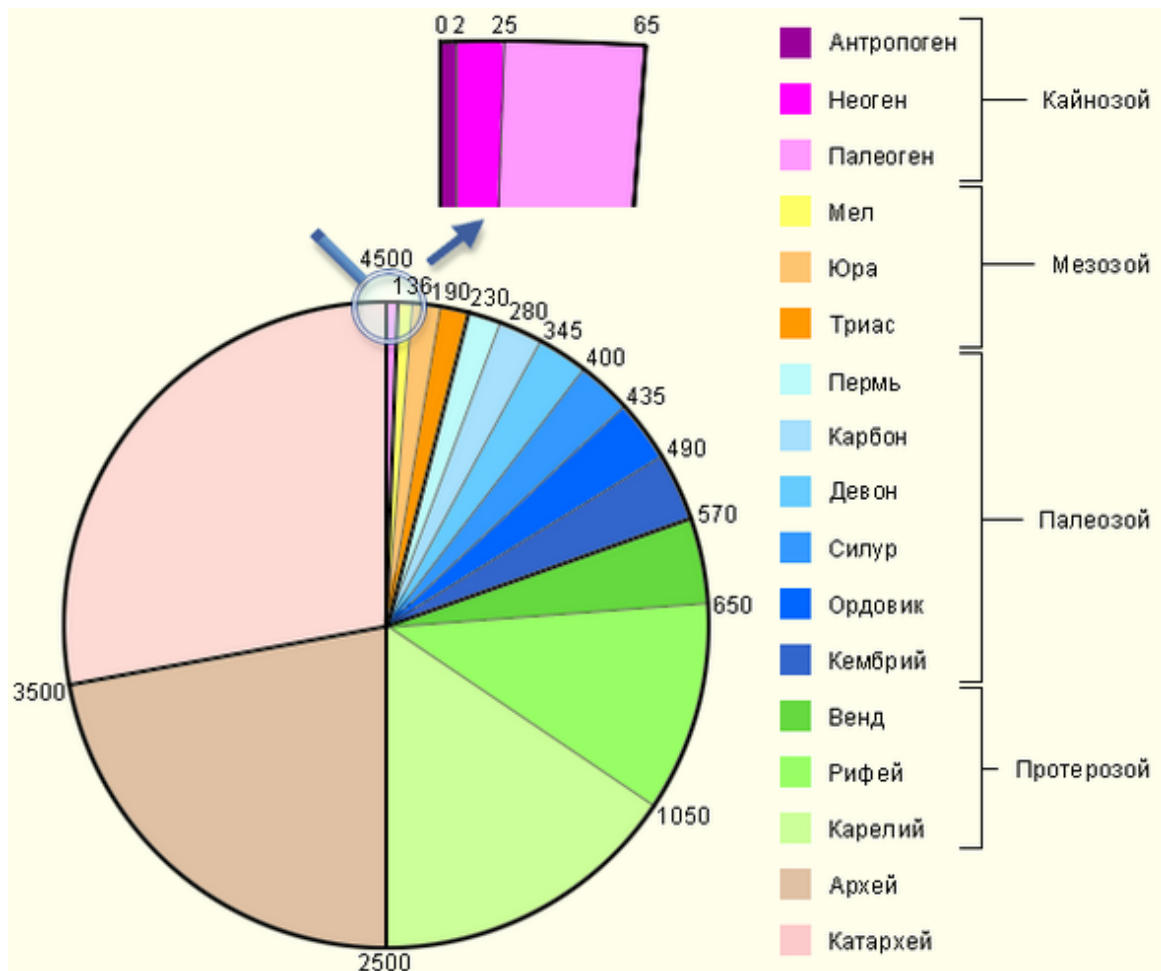


Рисунок 5 - Геохронологическая шкала 1

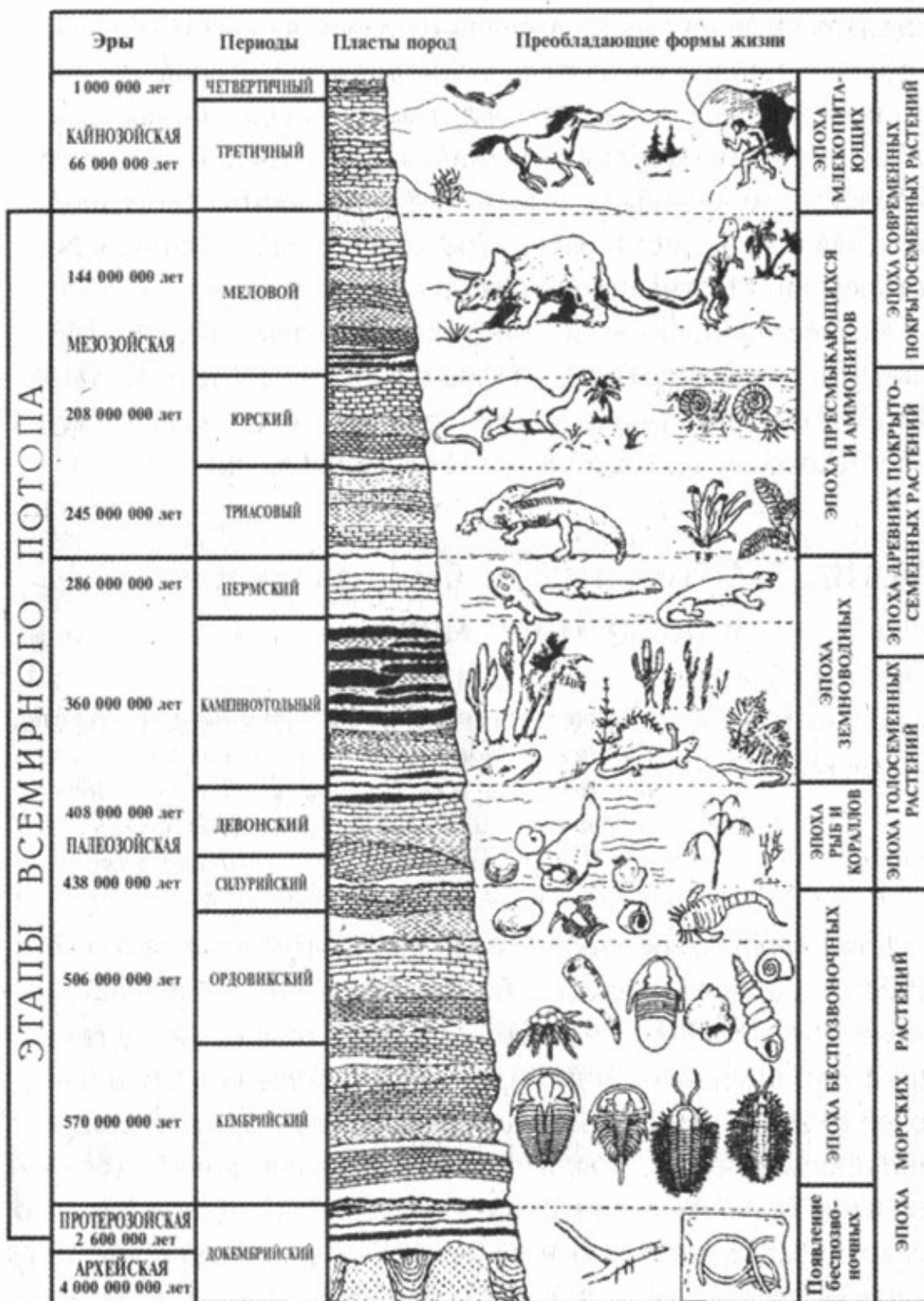


Рисунок 6 – Геохронологическая шкала 2

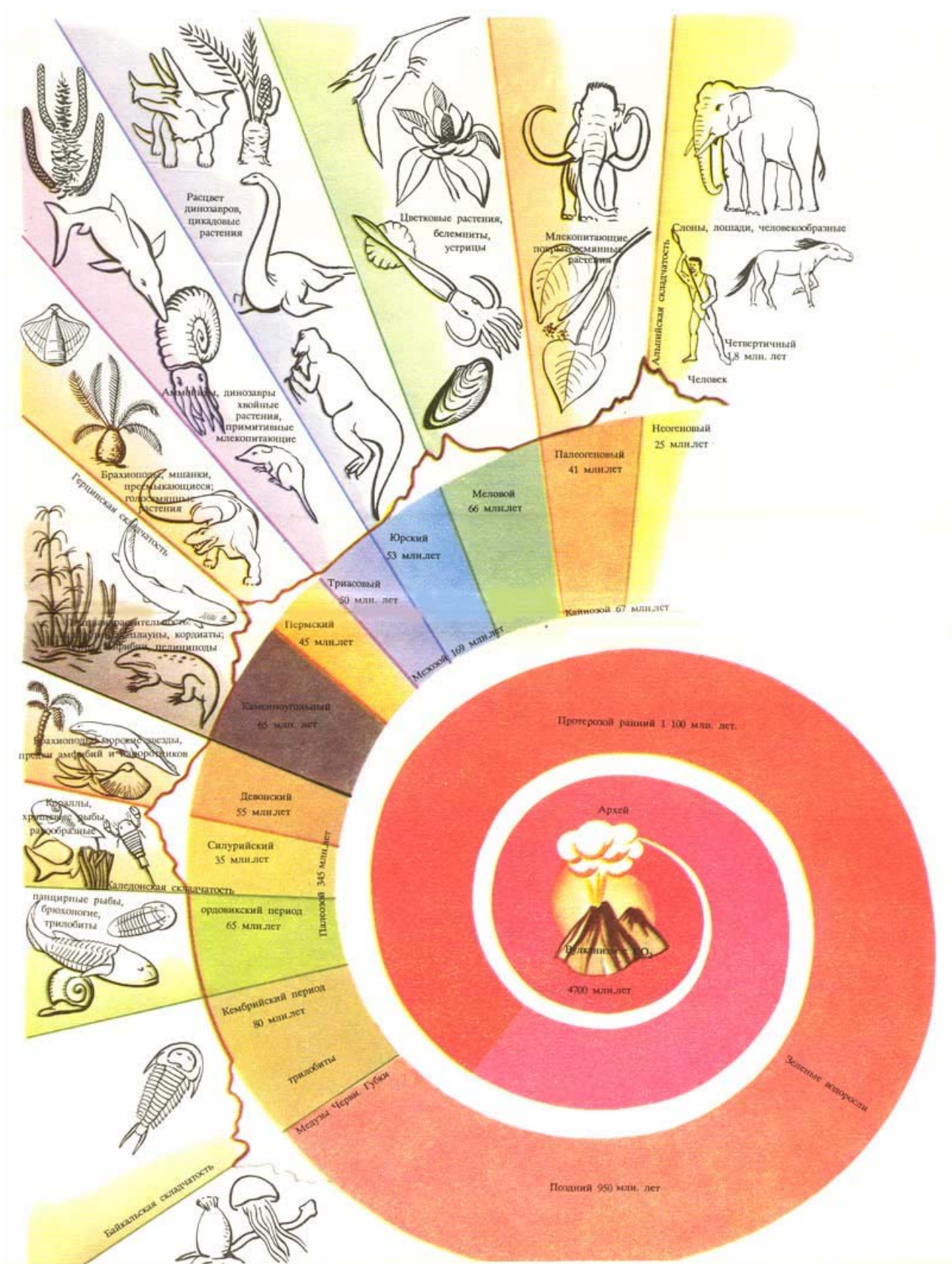


Рисунок 7 – Геохронологическая шкала 3

Задание 3

Одним из современных методов, претендующих на независимые датировки исторических памятников, является **дендрохронологический**. Его идея довольно проста. Она основана на том, что древесные кольца нарастают неравномерно по годам. Считается, что график толщины годовых колец примерно одинаков у деревьев одной породы, растущих в одних и тех же местах и условиях. Чтобы такой метод можно применить для датировки, необходимо сначала построить эталонный график толщины годовых колец данной породы деревьев на протяжении достаточно длительного исторического периода. Такой график назовем дендрохронологической шкалой. Если такая шкала построена, то с ее помощью можно датировать некоторые археологические находки, содержащие куски бревен. Надо определить породу дерева, сделать спил, замерять толщины колец, построить график и постараться найти на дендрохронологической эталонной шкале отрезок с таким же графиком. При этом должен быть исследован вопрос - какими отклонениями сравниваемых графиков можно пренебречь. Однако дендрохронологические шкалы в Европе протянуты вниз только на несколько столетий, что не позволяет датировать «античные» сооружения. "Ученые многих стран Европы стали пытаться применять дендрохронологический метод... Но выяснилось, что дело обстоит далеко не так просто. ДРЕВНИЕ ДЕРЕВЬЯ В ЕВРОПЕЙСКИХ ЛЕСАХ НАСЧИТЫВАЮТ ВСЕГО 300-400 ЛЕТ ОТ РОДУ... Древесину лиственных пород изучать трудно. В лучшем положении американская дендрохронология (пихта Дугласа, высокогорная и желтая сосна), но этот регион удален от "зоны античности". Важно, что построение дендрохронологических шкал было выполнено на основе УЖЕ СУЩЕСТВОВАВШЕЙ СКАЛИГЕРОВСКОЙ ХРОНОЛОГИИ, поэтому изменение хронологии документов АВТОМАТИЧЕСКИ изменит и эти шкалы. Оказывается, дендрохронологические шкалы в Европе и Азии протянуты от нашего времени вниз ВСЕГО НА НЕСКОЛЬКО СОТЕН ЛЕТ. На рисунке показана

более точная картина **СОВРЕМЕННОГО** состояния этих шкал по Италии, Балканам, Греции, Турции.

На рисунке 8 приведена диаграмма дендрохронологических датировочных шкал для указанных стран.

Рассмотрите и зарисуйте рисунок 8. Какие породы деревьев были распространены в различные эпохи? В каких странах встречались данные породы деревьев? В чем заключался дендрохронологический метод?

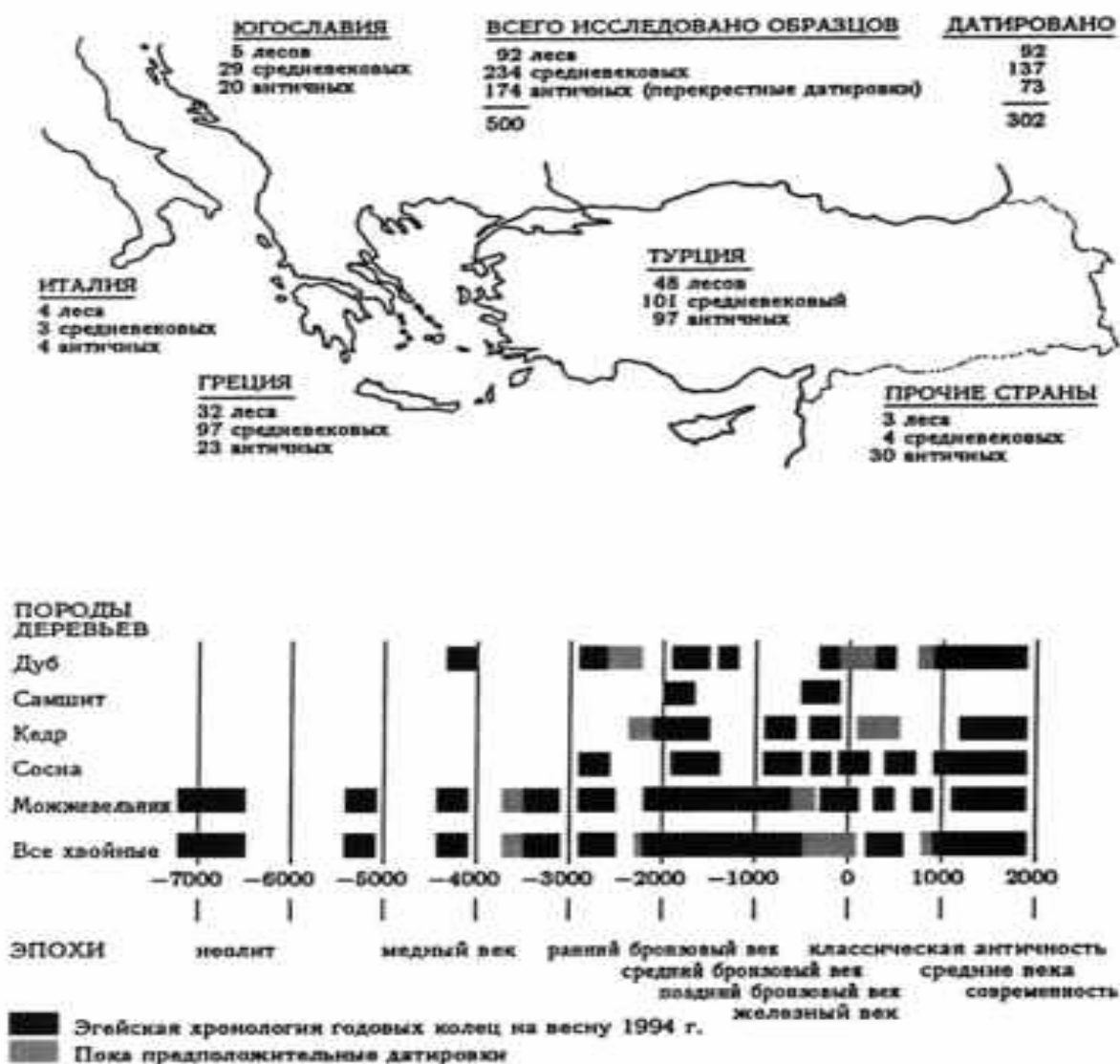


Рисунок 8 - Современное состояние дендрохронологических шкал

7 Тема 7. Гипотеза дрейфа континентов. Характеристика периодов геохронологической таблицы

7.1 Контрольные вопросы

- 1 Гипотеза дрейфа континентов
- 2 Архей
- 3 Протерозой
- 4 Палеозой (Кембрий, Ордовик, Силур, Девон, Карбон, Пермь)
- 5 Мезозой (Триас, Юра, Мел)
- 6 Кайнозой (Палеоген, Неоген)

7.2 Самостоятельная работа

Задание 1

Рассмотрите рисунок 9.

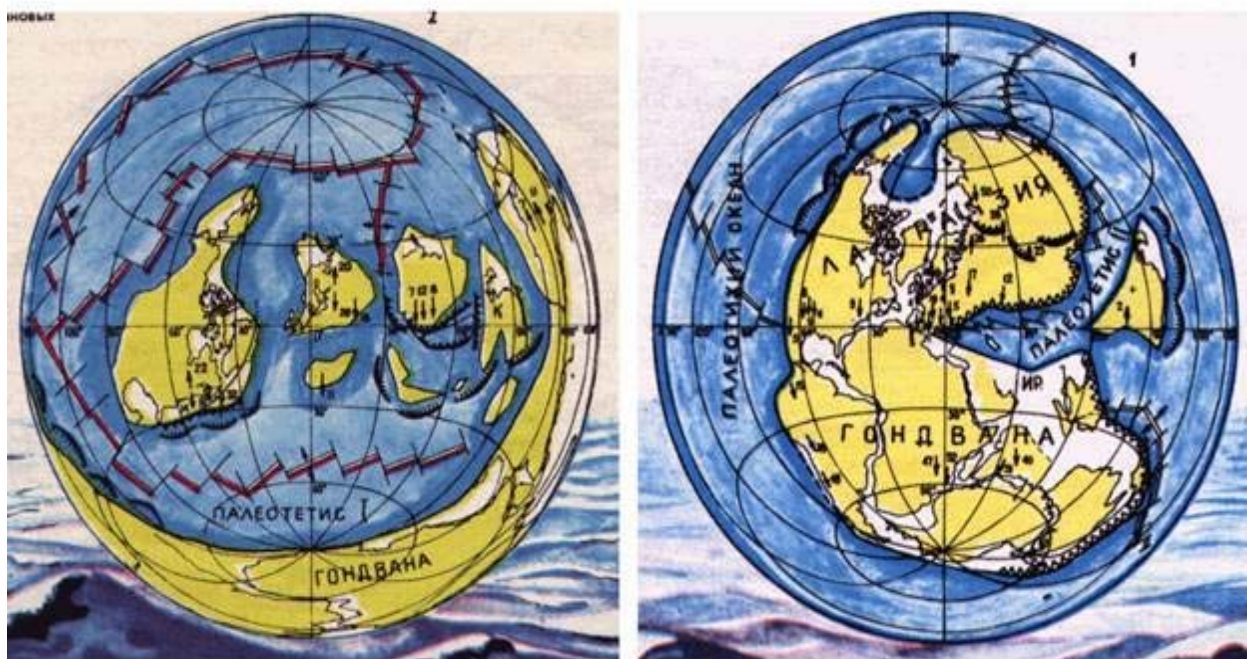


Рисунок 9 - Дрейф континентов

Какая концепция характеризует движение материков?

Какие доказательства существования Гондваны были приведены учеными?

Чем характеризуется «Зона листрозауруса»?

В чем отличие гипотез Дю Тойта и А. Вегнера?

Задание 2

Заполните таблицу 15.

Таблица 15

| Раскол Гондваны | |
|-----------------|--|
| Первый этап | |
| Второй этап | |
| Третий этап | |

Задание 3

Протерозой

Протерозой - огромный по продолжительности этап истории Земли. В течение этой эры бактерии и водоросли достигли исключительного расцвета. Интенсивный процесс образования осадочных пород шел с участием этих организмов. К протерозою относится образование крупнейших залежей железных руд органического происхождения (осадочное железо - продукт жизнедеятельности железобактерий). Господство прокариот сине-зеленых в протерозое сменяется расцветом эукариот - зеленых водорослей. Наряду с плавающими в танце воды растениями появляются нитчатые формы, прикрепленные ко дну. Около 1350 млн. лет назад отмечены представители низких грибов. Первые многоклеточные животные возникли 900-1000 млн. лет назад. Древние многоклеточные растения и животные жили в придонных слоях океана. Жизнь в придонном слое потребовала расчленения тела на части, одни из которых служили для прикрепления к субстрату, другие для питания. У одних форм это достигалось за счет развития гигантской многоядерной клетки. Однако более перспективным оказалось приобретение многоклеточности и образования органов. Большинство животных позднего

протерозоя были представлены многоклеточными формами. Конец протерозоя можно назвать «веком медуз». Возникают кольчатые черви от которых произошли моллюски и членистоногие (рисунок 10).

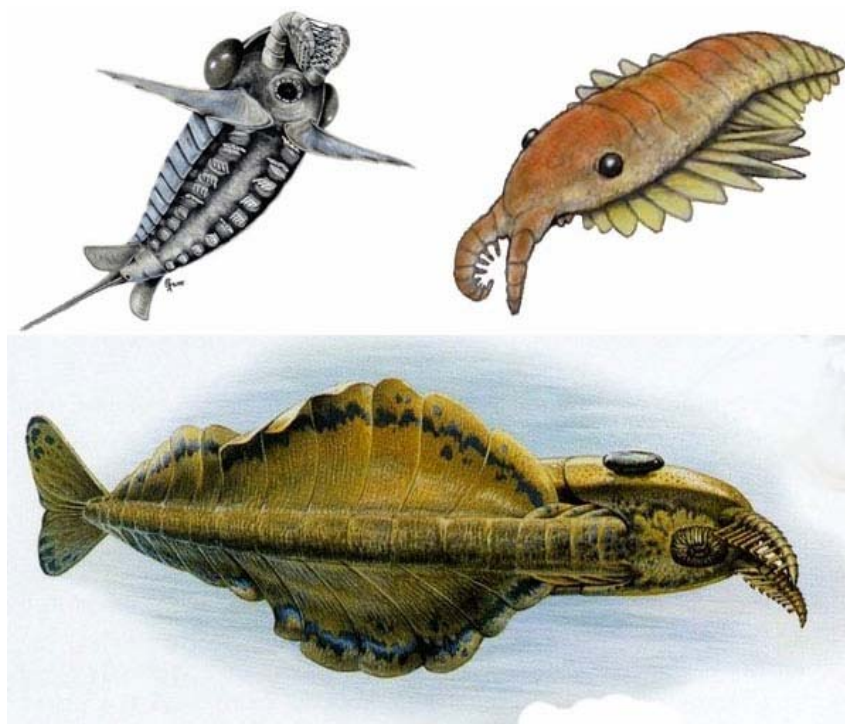
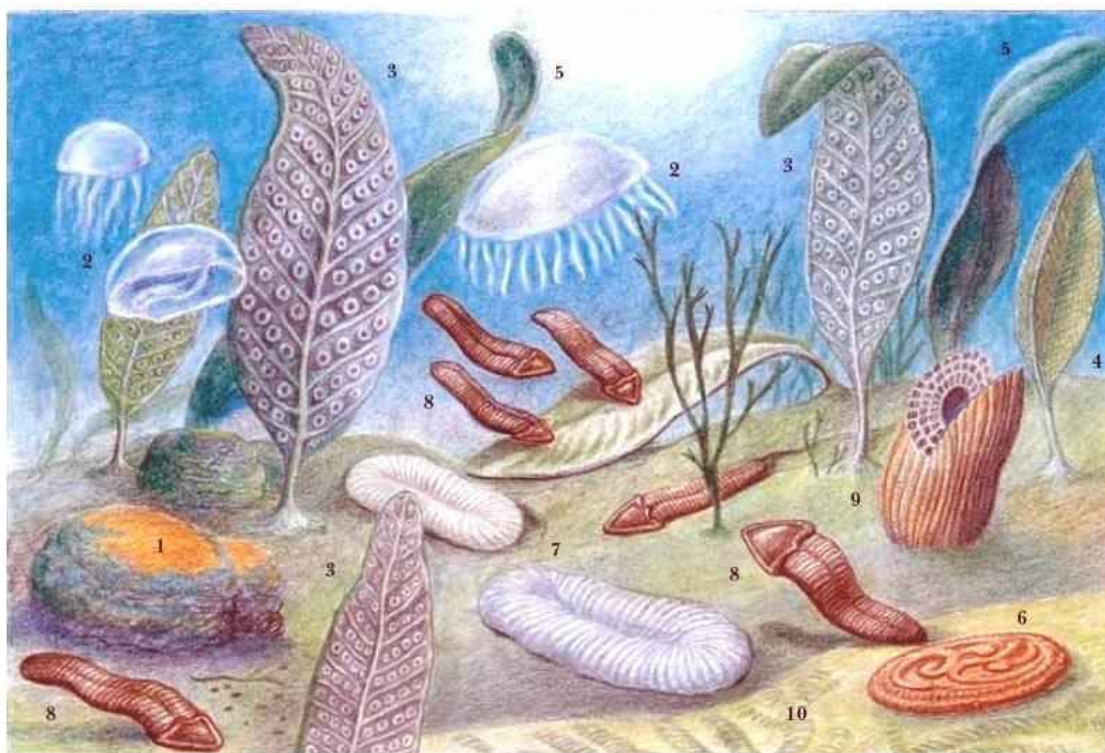


Рисунок 10 - Известные на сегодня аномалокариды (слева направо сверху вниз): шиндерханнес из девона, лаггания и аномалокарис из кембрия

Кембрий

Кембрийский период начался примерно 570 млн. лет назад, возможно, несколько ранее, и продолжался 70 млн. лет. Начало этому периоду положил поразительной силы эволюционный взрыв, в ходе которого на Земле впервые появились представители большинства основных групп животных, известных современной науке. Граница между докембрием и кембрием проходит по горным породам, в которых внезапно обнаруживается удивительное разнообразие окаменелостей животных с минеральными скелетами - результат «кембрийского взрыва» жизненных форм. Поперек экватора распростерся суперматерик Гондвана. Наряду с ним было еще четыре материка меньших размеров, соответствовавших нынешним Европе, Сибири, Китаю и Северной Америке. В мелких тропических водах формируются обширные строматолитовые рифы. На суше происходила интенсивная эрозия, большое количество осадков смывалось в моря.

Содержание кислорода в атмосфере постепенно повышалось. Ближе к концу периода началось оледенение, приведшее к понижению уровня моря. В ходе грандиозного эволюционного взрыва возникло большинство современных типов животных, включая микроскопических фораминифер, губок, морских звезд, морских ежей, морских лилий и различных червей (рисунок 11). В тропиках археоциаты возводили громадные рифовые сооружения. Появились первые твердопокровные животные; в морях господствовали трилобиты и брахиоподы. Возникли первые хордовые. Позднее появились головоногие моллюски и примитивные рыбы.



1 – строматолиты; 2 – медузы; 3 – харниодикс; 4 – рангея; 5 – птеридий; 6 – трибрахий; 7 – диккинсонии; 8 – спригинна; 9 – губка; 10 – следы колонии червеобразных

Рисунок 11 - Докембрий. Представители флоры и фауны

Ордовик

В начале ордовикского периода большая часть южного полушария была по-прежнему занята великим материком Гондваной, в то время как прочие крупные массивы суши сосредоточились ближе к экватору. Европа и Северная Америка (Лаврентия) постепенно отодвигались друг от друга, а

океан Япетус расширялся. Сперва этот океан достиг ширины примерно 2000 км, затем вновь начал сужаться по мере того, как массивы суши, образующие Европу, Северную Америку и Гренландию, стали постепенно сближаться, пока наконец не слились в единое целое. На протяжении периода массивы суши смещались все дальше и дальше к югу. Старые ледниковые покровы кембрия растаяли, и уровень моря повысился. Большая часть суши была сосредоточена в теплых широтах. В конце периода началось новое оледенение. Резкое увеличение численности животных-фильтраторов, в том числе мшанок (морских цианок), морских лилий, плеченогих, двустворчатых моллюсков и граптолитов, чей расцвет пришелся как раз на ордовик (рисунок 12). Археоциаты уже вымерли, но эстафету рифостроительства подхватили у них строматопороидеи и первые кораллы. Увеличилось число наутилоидей и бесчелюстных панцирных рыб. Различные виды водорослей. В позднем ордовике появились первые настоящие наземные растения.



Рисунок 12 - Ордовик

Девон

Европа, Северная Америка и Гренландия столкнулись между собой, образовав огромный северный суперматерик Лавразию. При этом с океанского дна были вытолкнуты кверху огромные массивы осадочных пород, сформировавшие громадные горные системы на востоке Северной Америки и на западе Европы. Эрозия поднимающихся горных хребтов привела к образованию большого количества гальки и песка. Из них сформировались обширные отложения красного песчаника. Реки выносили в моря горы осадков. Образовались обширные болотистые дельты, что создавало идеальные условия для животных, дерзнувших сделать первые, столь важные шаги из воды на сушу. К концу периода уровень моря понизился. Климат со временем потеплел и стал более резким, с чередованием периодов ливневых дождей и жестокой засухи. Обширные районы материков стали безводными. Быстрая эволюция рыб, включая акул и скатов, кистеперых и лучеперых рыб. Увеличилось число аммонитов. В морях охотились гигантские эвриптериды длиной до 2 м. В позднем девоне многие группы древних рыб, а также кораллов, плеченогих и аммонитов вымерли. Суша подверглась нашествию множества членистоногих, в том числе клещей, пауков и примитивных бескрылых насекомых. Появились в позднем девоне и первые земноводные. Растения сумели отодвинуться от кромки воды и вскоре обширные районы суши поросли густыми первобытными лесами. Возросло число разнообразных сосудистых растений. Появились споровые ликофиты (плауны) и хвощи, некоторые из них развились в настоящие деревья высотой 38 м.

Каменноугольный период (карбон)

В начале каменноугольного периода (карбона) большая часть земной суши была собрана в два огромных суперматерика: Лавразию на севере и Гондвану на юге. На протяжении позднего карбона оба суперматерика неуклонно сближались друг с другом. Это движение вытолкнуло кверху

новые горные цепи, образовавшиеся по краям плит земной коры, а кромки материков были буквально затоплены потоками лавы, извергавшейся из недр Земли. В раннем карбоне на обширных пространствах раскинулись мелкие прибрежные моря и болота и на большей части суши установился почти тропический климат. Громадные леса с пышной растительностью существенно повысили содержание кислорода в атмосфере. В дальнейшем похолодало, и на Земле произошло по меньшей мере два крупных оледенения. В морях появились аммониты, возросла численность брахиоподов. Ругозы, граптолиты, трилобиты, а также некоторые мшанки, морские лилии и моллюски вымерли. Это был век земноводных, а также насекомых - кузнечиков, тараканов, чешуйниц, термитов, жуков и гигантских стрекоз. В позднем карбоне появились и первые рептилии. Дельты рек и берега обширных болот поросли густыми лесами из гигантских плаунов, хвощей, древовидных папоротников и семенных растений высотой до 45 м. Неразложившиеся останки этой растительности со временем превратились в каменный уголь.

Пермский период

Весь пермский период суперматерики Гондвана и Лавразия постепенно сблизилась друг к другу. Азия столкнулась с Европой, взметнув ввысь Уральский горный хребет. Индия "наехала" на Азию - и возникли Гималаи. А в Северной Америке выросли Аппалачи. К концу пермского периода формирование гигантского суперматерика Пангеи полностью завершилось. Пермский период начался с оледенения, вызвавшего понижение уровня моря. По мере движения Гондваны к северу земля прогревалась, и льды постепенно растаяли. В Лавразии сделалось очень жарко и сухо, по ней распространились обширные пустыни. Бурно эволюционировали двустворчатые моллюски. В морях в изобилии водились аммониты. На место главных рифостроителей стали выдвигаться современные кораллы. В ранней перми в пресных водоемах господствовали земноводные. Появились и

водные рептилии в том числе мезозавры. В ходе великого вымирания конца периода полностью исчезло свыше 50% животных семейств, включая многих земноводных, аммонитов и трилобитов. На суше рептилии взяли верх над земноводными. На южных массивах суши распространились леса крупных семенных папоротников-глоссоптерисов. Появились первые хвойные, быстро заселившие внутриматериковые области и высокогорья.

Заполните таблицу 16.

Таблица 16

| Период | Растения | | Животные | |
|--------|----------|-----------|----------|-----------|
| | расцвет | вымирание | расцвет | вымирание |
| | | | | |

С чем связано появление одних групп (растений или животных) и вымирание других?

Какие организмы являются переходными формами?

С чем связано исчезновение динозавров? Какие гипотезы вы знаете?

Задание 4

Просмотр фильма Би-Би-Си, Британской телерадиовещательной корпорации, «Жизнь до динозавров», «Прогулки с морскими чудовищами», «Прогулки с динозаврами», «Правда о динозаврах убийцах» (анализ фильмов, дискуссия).

Задание 5

Вспомните методы исследования и доказательства эволюции. Какие из этих методов пригодны для изучения органического мира самых ранних эр на нашей планете? Ответ конкретизируйте примерами.

Задание 6

В ископаемых слоях, относящихся к архейской эре, а также, - и протерозойской, были обнаружены немногочисленные остатки различных организмов: бактерий, одноклеточных и многоклеточных водорослей, морских беспозвоночных и др. Сделайте вывод на основе этих находок о

возможных ароморфозах и идиоадаптациях в период ранних эр на нашей планете. Какие общебиологические свойства обуславливают возможность осуществления ароморфоза и идиоадаптации?

Задание 7

Установлено, что палеозойской эре растения начинают поселяться на суше. Охарактеризуйте примитивность первых наземных растений. Докажите, что псилофиты занимали промежуточное положение между водорослями и наземными сосудистыми растениями?

8 Тема 8. Антропогенез (часть 1)

8.1 Контрольные вопросы

- 1 Эволюционная теория
- 2 Австралопитек
- 3 Питекантроп
- 4 Неандерталец
- 5 Причины доминирования теории эволюции
- 6 Теория внешнего вмешательства
- 7 Теория пространственных аномалий

8.2 Самостоятельная работа

Задание 1

Юж. Африка (Трансвааль), 3.3 (или даже 3.5) - 2.5 млн. лет назад. (Впрочем, по последним данным, возможно, максимальный возраст находок - 3 млн. лет и в этом случае данный вид не жил одновременно с *Australopithecus afarensis*, *Australopithecus bahrelghazali* и *Kenyanthropus platyops*). Имеет ряд прогрессивных черт по сравнению с предыдущим

видом: более округлый череп, большой объем мозга, менее примитивные зубы и лицевые кости. Однако строение конечностей, по-видимому, примитивнее, чем у *afarensis*. Пока нет единого мнения о том, какой из видов, *afarensis* или *africanus*, дал начало первым людям.

В пещерах в Южной Африке вместе с останками *A.africanus* обнаружено много разбитых павианьих черепов. Первооткрыватель австралопитеков Раймонд Дарт полагал, что они охотились на павианов и убивали их ударами дубин или камней. Впоследствии К.К. Брейн показал, что *A.africanus* были не охотниками, а жертвами: какие-то хищники убивали и приносили в эти пещеры и павианов, и австралопитеков. Таким хищником мог быть саблезуб *Megantereon*. Пятнистая гиена и леопард тоже, возможно, охотились на древних гоминид. Сейчас многие авторы полагают, что австралопитеки (да и более поздние гоминиды) не умели охотиться и питались падалью. Крайним представителем этой точки зрения является Б.Ф.Поршнев, который считал, что ключевой поведенческой адаптацией ранних гоминид стало умение разбивать камнями мозговые кости убитых и съеденных хищниками животных и извлекать костный мозг - весьма ценный пищевой ресурс, недоступный большинству хищников и падальщиков.

Было также распространено мнение (в конце 20 века), что *A.africanus* питался в основном плодами и листьями. Анализ изотопного состава зубной эмали показал, что диета данного вида была чрезвычайно разнообразна. Он получал пищу преимущественно из пищевых цепей саванны и, по-видимому, употреблял как растительную, так и животную пищу, легко приспосабливаясь к любым изменениям кормовых ресурсов (рисунки 13-15).



Рисунок 13 – Австралопитек
(реконструкция 1)

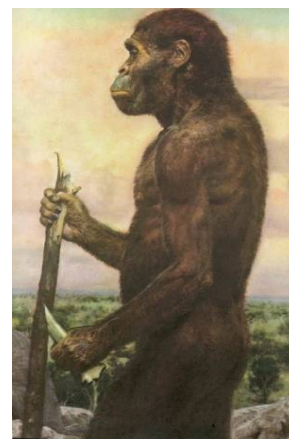


Рисунок 14 - Австралопитек
(реконструкция 2)

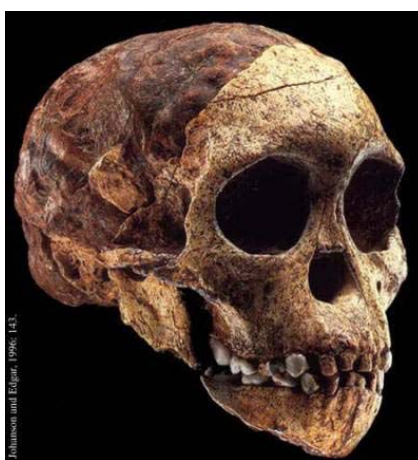


Рисунок 15 - Череп австралопитека

Дайте характеристику австралопитеку (находки, внешний облик, особенности поведения и образа жизни).

Задание 2

Большинство исследователей полагают, что появление рода *Номо* (собственно человека) относится к более позднему времени (около 1 млн. л.н.). Эти древнейшие люди имели довольно крупный мозг, в среднем 1000 см³. Таковы представители начального этапа второй стадии антропогенеза – древнейшие люди (архантропы), скелетные останки которых открыты в разных частях света (рисунок 16).

В России – человек из Тамани (таманьянтроп), под Темрюком, стоянка которого возрастом 1 млн. лет найдена в 2003 году группой специалистов из

отдела археологии Санкт-Петербургского института материальной культуры. В Закарпатье стоянка Королёво ашельского человека древностью 730 – 720 тыс. лет (1725). Стоянки этого времени открыты на реке Северский Донец, правом притоке Дона, в Изюмском районе Харьковской области.

В Европе – на территории нынешней Испании обитал Homo antecessor («Человек работающий», «европейский питекантроп») 800 тыс. л.н. Человек из Вертешсёллеш (Vértesszölös) найден на стоянке начала древнего палеолита в 50 км к западу от Будапешта (Венгрия). Археологический памятник датируется миндельским временем – 500 – 400 тыс. л.н. Череп человека имеет объём ок. 1350 см³ и близок синантропу (1994). Гейдельбергский человек найден близ г. Гейдельберг (Германия). Возраст – около 400 тысяч лет. Большинство исследователей сближает гейдельбергского человека с питекантропом и синантропом (2006). В Азии – человек из Моджокерто, найденный в Индонезии близ одноимённого города на востоке о. Ява (объём мозга 700 см³, древность – 700 тыс. л.н.) является ранним питекантропом. Яванский человек – 500 – 400 тыс. л.н. (1731, ст. Эволюция человека).



Рисунок. 16 - Архантропы (слева направо), верхний ряд: homo heidelbergensis, питекантроп, синантроп (реконструкция скульптора-антрополога М.М. Герасимова); нижний ряд: homo antecessor (три варианта).

250 тысяч лет назад аналоги *Homo heidelbergensis* прибыли в Индию (просуществовали до 50 тыс. л.н.) – индиантроп. Останки этой разновидности были обнаружены в 1980-х гг. при раскопках в центральной Индии. В Китае – пекинский человек (синантроп) – 500 – 400 тыс. лет назад. На юге Африки – телантроп, ископаемый высший примат, кости которого найдены в пещере Сварткранс (ЮАР) – месте находок скелетных остатков парантропа (австралопитековые) (рисунок 17). Некоторые особенности строения челюстей и зубов телантропа сближают его с питекантропами. На севере Африки – атлантроп, ископаемый человек, костные остатки которого обнаружены в Алжире. Анатомически наиболее близок к древнейшим людям – архантропам. Рассматривается как североафриканский представитель рода питекантропов. Жил приблизительно 360 тыс. лет назад. В основном питекантропы вымерли около 300 тыс. л.н. Однако в некоторых частях света они могли просуществовать и дольше. Например, на Флоресе их потомки жили ещё 95 тыс. лет назад, а в Индии – до 50 тыс. лет назад.

Сопутствующие архантропам каменные орудия относят к шелльской и раннешелльской культурам. В распространении архантропов Африка занимает отнюдь не первое место. Объяснения типа «из Африки вышли в Европу» вряд ли имеет смысл считать обоснованными, поскольку все предшествующие группы ископаемого человека в более ранние периоды имелись на европейских территориях и территориях Русской равнины. Большинство из них жили в Евразии раньше своих африканских собратьев. Архантропы просуществовали практически до настоящего времени. Это говорит о том, что местности Индии не являются тем ареалом, в котором происходила активная человеческая эволюция, а, скорее, они являются наиболее удалённой точкой от места эволюционных событий. То есть в Индии имеются условия, достаточные для неосуществления (консервации) развития человека.

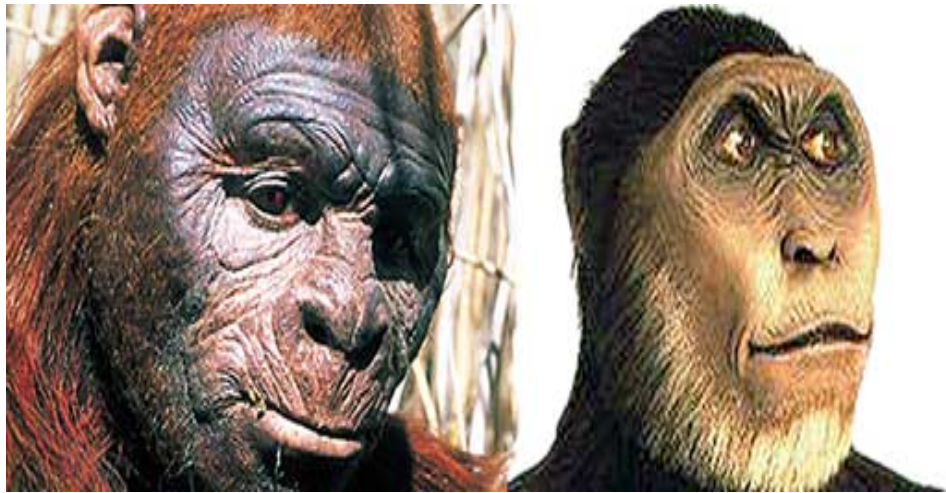


Рисунок 17 - Парантроп (два варианта реконструкции)

Такими регионами консервации помимо Индии (где обитают аборигены – веддиды) являются также южная Африка (с негроидами) и Австралия (с австралоидами). Все эти территории наиболее удалены от центра эволюционных событий – Русской равнины и Европы. Поэтому, с другой стороны, вероятно, следует считать, что, чем более ранние эволюционные изменения произошли у носителей, существовавших на некоторых территориях, тем более близкими эти территории являются к центру эволюционных преобразований.

Дайте характеристику архантропа (находки, внешний облик, особенности поведения и образа жизни).

9 Тема 9. Антропогенез (часть 2)

9.1 Контрольные вопросы

- 1 Эволюционная теория
- 2 Австралопитек
- 3 Питекантроп
- 4 Неандерталец
- 5 Причины доминирования теории эволюции

6 Теория внешнего вмешательства

7 Теория пространственных аномалий

9.2 Самостоятельная работа

Задание 1

Потомками архантропов считают древних людей – палеоантропов (неандертальцев). В частности, предки европейских неандертальцев – пренеандертальцы или «прогрессивные архантропы», возможно, развились из гейдельбергского человека. Хотя этот же процесс возможен и из человека из Вертешсёлэш, а также из таманьантропа. Неандертальцы являются заключительным этапом второй стадии антропогенеза. У них больше черт сходства с современным человеком, головной мозг по объёму и строению почти не отличается от мозга современных людей. Время обитания палеоантропов – 250 – 35 тыс. лет назад. Для ранних палеоантропов характерны средне - и позднеашельская археологические культуры, для поздних – различные варианты мустьерской культуры (рисунок 18).

Ранее считалось, что около 200 – 150 тыс. лет назад произошло разделение линий, ведущих к классическим неандертальцам (объём мозга 1600 см³) и кроманьонцам (1300 см³). У представителей австралоидов остались 1100 см³.

Несколько групп палеоантропов отличаются друг от друга по антропологическим признакам и отчасти по особенностям каменных орудий:

- ранние и поздние палеоантропы Европы;
- южноафриканские формы;
- южно-азиатские формы;
- палеоантропы Передней Азии (70 – 60 тыс. лет тому назад).

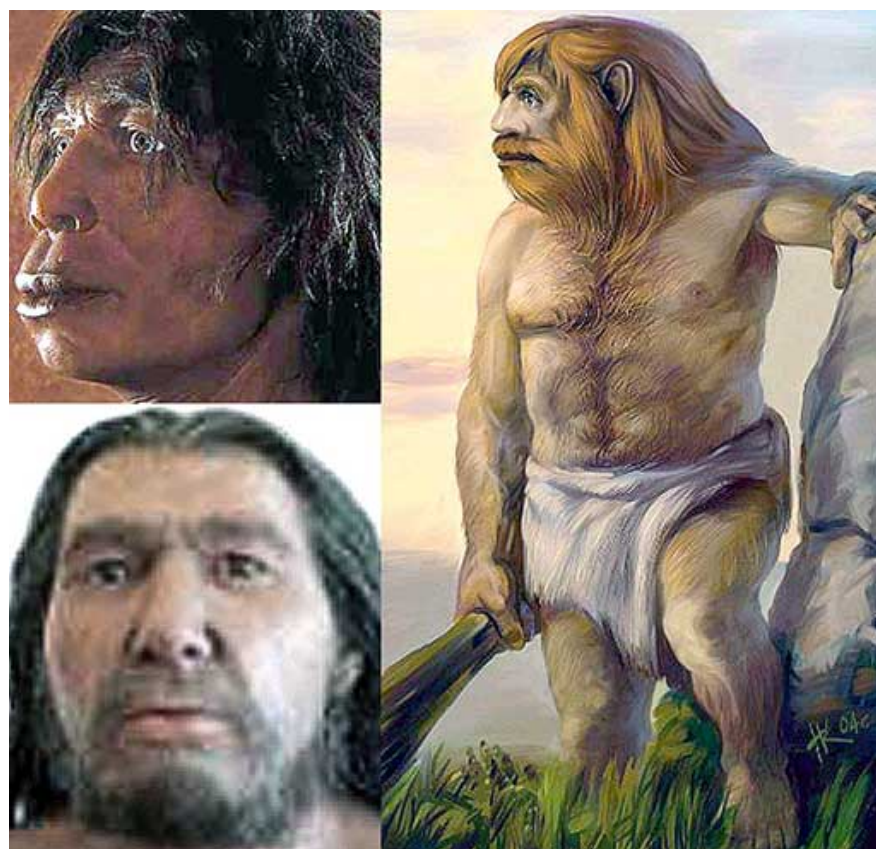


Рисунок 18 - Неандертальцы (различные варианты реконструкции): от негроидного (верх) до кавказоидного (справа) и практически европеоидного (низ)

Некоторые учёные утверждали, что палеоантропы из Передней Азии отличаются многими чертами сходства с человеком современного вида и поэтому, их следует рассматривать как предковую форму для неантропов.

Между тем, поздние палеоантропы Западной Европы (неандертальцы) характеризуются высокой степенью морфологической специализации, существенно отличаются от современного человека и в филогенетических схемах часто фигурируют в качестве боковой ветви (Рисунок 19), в которой неандертальцы и неантропы указаны, как два параллельных ствола. Под номером «10» – неандертальцы, под номером «11» – неантропы. Как видим, неантропы не продолжают род неандертальцев, а составляют с ним два параллельных вида.

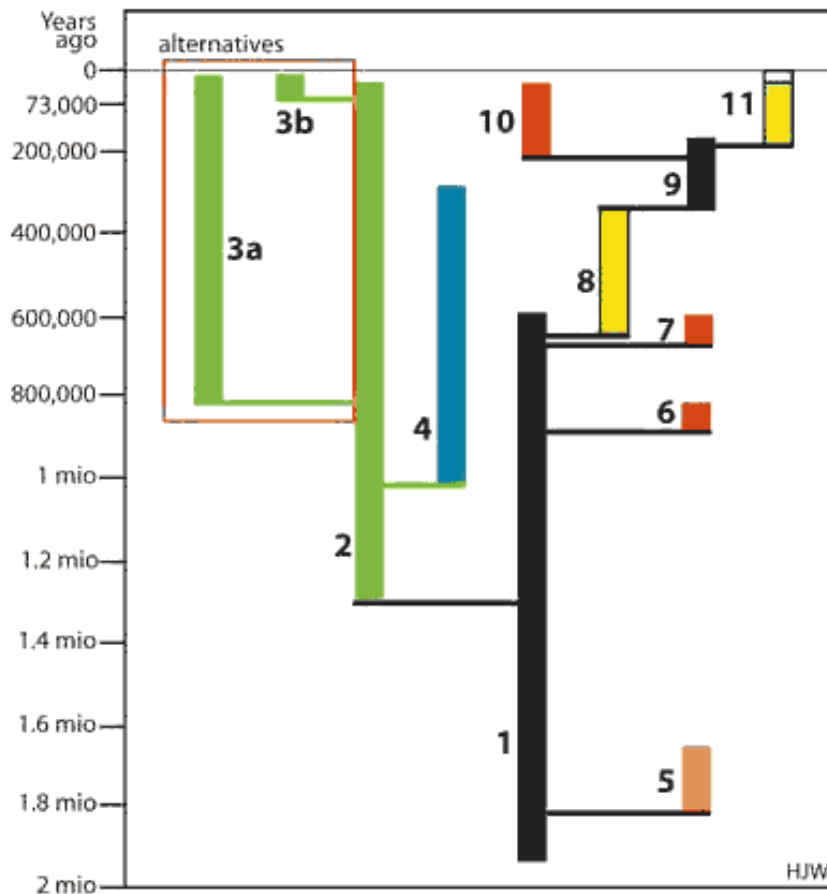


Рисунок 19 - Эволюция человека. Пример эволюционного «дерева»

Согласно данным исследований (в основном, генетических) последних лет, неандертальцы и современный человек неродственны друг другу, и поэтому вряд ли могли скрещиваться. На Русской равнине свидетельства появления неандертальца относятся к интервалу времени 400 – 300 тыс. лет назад (1793). К этому времени относится стоянка близ села Выхватинцы на Днестре в Молдавии (1857). Стоянка Урта-Тубе (Урал, Башкирия) (1841), стоянка Яштух, близ Сухуми (1842), Лаше-Балта в долине реки Метехская Проне, притока Куры, в Южной Осетии (1855). Поселения мустьерского времени (100 – 35 тыс. лет назад) известны на Нижней Волге, Среднем Урале (Россия); в Крыму. На Урале – древнейшая палеолитическая стоянка Урта-Тубе расположена на западном берегу оз. Карабалыкты, у деревни Ташбулатово (Башкирия).

Дайте характеристику неантропа (находки, внешний облик, особенности поведения и образа жизни).

Задание 2

Ранее предполагалось, что современный человек является потомком неандертальца. Однако в 1997 году исследователи из мюнхенского университета проанализировали АДН останков неандертальца возрастом 50 тысяч лет. Палеонтолог Сванте Паабо сделал вывод, что различия в генах между неандертальцами и современным человеком слишком велики, чтобы считать их родственниками. В 1999 году аналогичные выводы были сделаны по результатам исследований останков, найденных на Кавказе, в Грузии. Из сравнения детских черепов неандертальца и кроманьонца, произведённого в университете Цюриха, Марисия Понсе де Леон (Испания) и Кристоф Цолликофер (Швейцария) сделали вывод, что кости детей двух видов формировались совершенно по-разному, что свидетельствует о принципиальном различии в генофонде обеих рас. По результатам генных экспертиз американские исследователи также считают, что признаков скрещивания неандертальцев и современного человека в геноме не обнаружено. Итальянский исследователь Джорджо Берторелле из университета Феррары сравнил фрагменты ДНК из скелетов кроманьонцев, живших 25 – 23 тыс. лет назад, неандертальцев (42 – 29 тыс. лет назад), а также современных европейцев. ДНК кроманьонцев практически полностью совпала с ДНК европейцев, но резко отличалась от ДНК неандертальцев, из чего исследователи сделали вывод, что никаких следов неандертальцев в генетическом фонде европейского человека нет. Немецкие генетики, напротив, допускают такую возможность и предполагают, что в геноме неандертальцев и людей признаки скрещивания есть. На основании таких данных всё большее число исследователей по всему миру приходит к выводу, что неандертальцы не были ни предками, ни родственниками современного европеоидного человека. Это были два различных биологических вида, произошедших от разных ветвей древних гоминидов. Неандертальцы – это самостоятельный вид. И неандертальцы, и *homo erectus* (человек прямоходящий) – всё это представители бокового звена в эволюции,

которое к человеку не имеет никакого отношения. «Вряд ли неандертальцы были одной из ступеней развития современного человека», – считает доктор Катерина Харвати, палеоантрополог из Нью-Йоркского университета. Более того, учёные сравнили более 1000 различных черепов, принадлежавших неандертальцам, современным и ранним *Homo sapiens*, а также представителям 12 видов ныне живущих обезьян (шимпанзе, орангутангов, горилл, бабуинов и т.д.). Сравнение показало, что различия в строении черепов людей и неандертальцев намного сильнее, чем между подвидами какой-либо одной группы животных. Более того, разница по масштабам сравнима или даже больше, чем между близкими видами приматов, как, например, людьми, гориллами и шимпанзе.

Сказанное говорит в пользу того, что неандертальцы не могли быть подвидом человека. Согласно видовым законам, такие виды не могли смешиваться и давать общее потомство (1993). Либо такое потомство страдало генными нарушениями. А исчезновение неандертальцев могло быть просто генетически запрограммировано (Леонид Корочкин, эволюционист, доктор медицинских наук, член-корреспондент Российской академии наук).

Дайте характеристику неоантропа (находки, внешний облик, особенности поведения и образа жизни) (рисунок 20).

Задание 3

Заполните таблицу 17.

Таблица 17

| Характеристика | Дриопитек | Австралопитек | Неандерталец |
|---------------------------------|-----------|---------------|--------------|
| 1 Особенности внешнего строения | | | |
| 2 Особенности образа жизни | | | |
| 3 Отличия | | | |



1 – неоантроп (кроманьонец) и 2 – неандерталец, мужчины, оба из Франции, оба времени ок. 30 тыс. до н.э.; 3 – неоантроп (сунгирийка, г. Владимир, Русь); 4 – неандерталец, дети времени ок. 30 тыс. до н.э.

Рисунок 20 - Люди каменного века

Задание 4

Используя атлас «Большой иллюстрированный атлас первобытного человека» рассмотрите раздел «Каменные орудия – их типология и технология производства», зарисуйте некоторые из них. Проследите усложнение орудий у разных предков человека.

Сравните орудия труда каспийской культуры (стр. 158, атлас) и каменные и костяные орудия иберо-маврусиенской культуры (стр. 160 атлас).

Задание 5

Рассмотрите рисунок 21. Охарактеризуйте каждый вариант. Объясните, почему ветвь архантропов, дает разные ветвления.

Задание 6

Просмотр фильма Би-Би-Си, Британской телерадиовещательной корпорации, «Прогулки с пещерным человеком» (анализ данного фильма, дискуссия).

Задание 7

Изучите эволюцию человека от древнейших насекомоядных млекопитающих до современных людей. Какие условия и факторы способствовали развитию одной ветви древних человекообразных обезьян по пути становления человека?

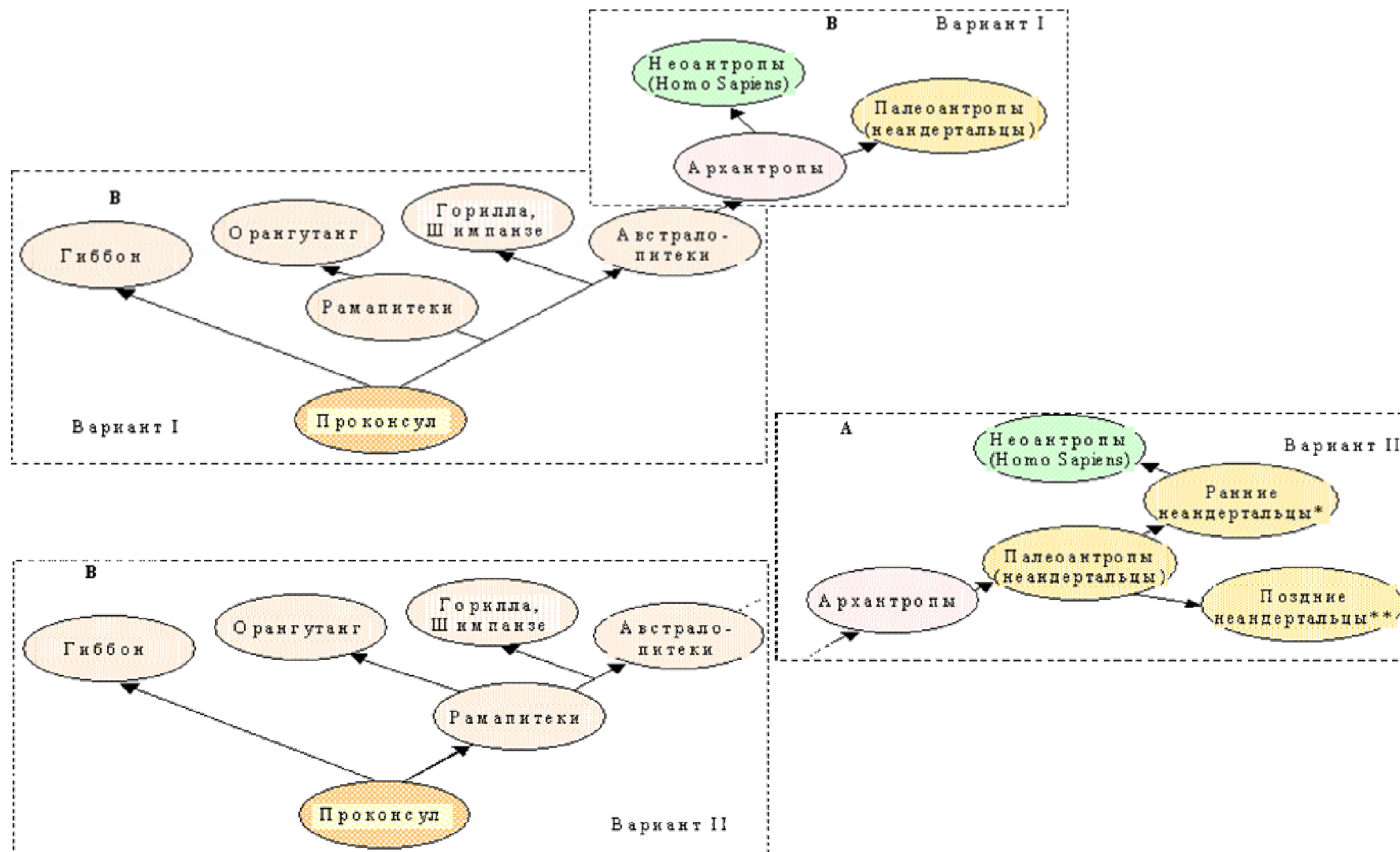


Рисунок 21 – Возможные схемы филогенеза человека

10 Вопросы для экзамена по теории эволюций

1. Додарвиновский период в биологии
2. Разработка бинарной номенклатуры
3. Работы К.Линнея. Их значение для создания эволюционной теории
4. Эволюционная теория Ж.Б. Ламарк
5. Общая характеристика элементарных эволюционных факторов.
6. Мутационный процесс. Рекомбинации.
7. Дрейф генов. Эффект Болдуина.
8. Генетическая гетерогенность и уникальность природных популяций.
9. Изменчивость и ее виды.
10. Модификации. Морфозы.
11. Комбинативная и коррелятивная изменчивость.
12. Искусственный отбор и формы искусственного отбора.
13. Борьба за существование. Пассивная и косвенная борьба.
14. Элиминация. Общая и избирательная элиминация.
15. Естественный отбор. Формы естественного отбора.
16. Биологический прогресс. Неограниченный прогресс.
17. Биологическая стабилизация и биологический регресс.
18. Арогенез и ароморфозы. Эпиморфоз.
19. Аллогенез и его формы.
20. Катагенез и его формы.
21. Правило смены фаз.
22. Гипотеза дрейфа континентов.
23. Архей.
24. Протерозой.
25. Палеозой (Кембрий, Ордовик)
26. Палеозой (Силур, Девон).

27. Палеозой (Карбон, Пермь).
28. Мезозой (Триас, Юра).
29. Мезозой (Мел).
30. Кайнозой (Палеоген, Неоген).
31. Эволюционная теория.
32. Австралопитек.
33. Питекантроп.
34. Неандерталец.
35. Причины доминирования теории эволюции.
36. Теория внешнего вмешательства.
37. Теория пространственных аномалий.

Список использованных источников

- 1 Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях : учеб. пособие / Ю.П. Алтухов. - М. : Академкнига, 2003. – 431 с.
- 2 Воронцов, Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н.Н.Воронцов. - М.: Изд. отдел УНЦДО МГУ: Прогресс -Традиция : АБФ , 2004. – 432 с.
- 3 Галл, Я.М. Становление эволюционной теории Ч. Дарвина / Я.М. Галл. - СПб.: Наука, 1993. -140 С.
- 4 Галл, Я.М. К истории создания «Происхождение видов» / Я.М. Галл // Дарвин Ч. Происхождение видов путем естественного отбора. - СПб. : Наука, 2001. - С.485 – 516.
- 5 Гилберт, С. Биология развития: в 3 т. / С. Гилберт; под ред. С.Г. Васецкого, Т.А. Детлаф.-М.: Мир, 1994. –Т.2. – 235 с.
- 6 Грант, В. Видообразование у растений: пер. с англ./ В.Грант. - М. : Мир, 1984. -528 с.
- 7 Дарвин, Ч. Происхождение видов путем естественного отбора / Ч.Дарвин. - СПб.: Наука, 2001 -568с.
- 8 Дарвин, Ч. Происхождение видов путем естественного отбора.-СПб.: Наука, 2001. -С.517 – 550.
- 9 Жимулев, И.Ф. Общая и молекулярная генетика: уч. пособие / И.Ф. Жимулев. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2003. - 479 с.
- 10 История биологии с древнейших времён до начала XX века / под ред. С.Р. Микульского.-М.: Наука, 1972. –С. 117-125; 293-295.
- 11 История эволюционных учений в биологии / под. ред. В.И. Полянского, Ю.И. Полянского.-Л.: Наука, 1966. – 324 с.
- 12 Кайданов, Л. З. Генетика популяций / Л. З. Кайданов. - М.: Высш. шк., 1996. – 320 с.
- 13 Концепция вида и симпатрическое видообразование / под ред. А.С. Северцова. - М.: МГУ, 1983. – 192 С.

- 14 Корочкин, Л.И. Биология индивидуального развития (генетический аспект): учебник / Л.И. Корочкин. - М.: МГУ, 2002. – 264 с.
- 15 Миклин, А.М. Эволюционная теория: век XX / А.М. Миклин.-СПб.: Лань, 1999. -160 с.
- 16 Назаров, В.И. Учение о макроэволюции: на путях к новому синтезу / В.И. Назаров. - М.: Наука, 1991. – 288 с.
- 17 Северцов, А.С. Основы теории эволюции / А.С. Северцов.-М.: МГУ, 1987.-320 с.
- 18 Стегний, В.Н. Архитектоника генома, системные мутации и эволюция / В.Н. Стегний. – Новосибирск : НовГУ, 1993. – 111 с.
- 19 Современные проблемы эволюционной теории / под ред. В.И. Полянского, Ю.И. Полянского. -Л. : Наука, 1967. -492 с.
- 20 Миклин, А.М. Эволюционная теория : век XX / А.М. Миклин.-СПб.: Лань, 1999.-160 с.
- 21 Хедрик, Ф. Генетика популяции / Ф. Хедрик . – М.: Техносфера, 2003. – 592 с.
- 22 Шмальгаузен, И.И. Проблемы дарвинизма / И.И. Шмальгаузен. – Л.: Наука, 1969. – 496 с.
- 23 Шмальгаузен, И.И. Факторы эволюции / И.И. Шмальгаузен. – Л.: Наука, 1969. – 496 с.
- 24 Яблоков, А.В. Эволюционное учение : учебник для биол. спец. вузов / А.В. Яблоков, А.Г. Юсуфов. – 5 изд. -М.: Высш. шк., 2004. – 310 с.