

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«ГОРНО-АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра анатомии, физиологии человека и животных

ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

Учебно-методический комплекс

Для студентов, обучающихся по специальности
050102 «Биология»
квалификация учитель биологии

Горно-Алтайск
РИО Горно-Алтайского госуниверситета
2008

Печатается по решению методического совета
Горно-Алтайского государственного университета

УДК 575.8

ББК

Авторский знак

Теория эволюции: учебно-методический комплекс (для студентов, обучающихся по специальности 050102 «Биология» квалификация учитель биологии) / Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. – 63 с.

Составитель:

Воронков Е.Г., к.б.н., доцент

Рецензенты:

Чеснокова С.В.,

к.б.н., научный сотрудник лаборатории зоологического мониторинга
Института систематики и экологии животных СО РАН.

Бубнова Т.В.,

к.б.н., доцент кафедры зоологии, экологии и генетики ГАГУ.

В работе представлены учебно-методические материалы по дисциплине «Теория эволюции», в том числе рабочая программа, методические указания студентам, содержание и порядок проведения зачета. Дисциплина «Теория эволюции» является дисциплиной федерального компонента для студентов 5 курса специальности 050102 «Биология» квалификация учитель биологии.

©Воронков Е.Г., 2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие.....	4
I. Квалификационная характеристика выпускника.....	4
II. Компетенции выпускника.....	4
III. Рабочая программа.....	5
3.1 Объяснительная записка.....	5
3.2 Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины.....	5
3.3 Технологическая карта учебного курса.....	6
3.4 Содержание учебного курса.....	7
3.5 Курс лекций по дисциплине.....	8
3.6 Вопросы к семинарским занятиям.....	42
3.7 Глоссарий.....	43
3.8 Рекомендуемая литература.....	46
IV. Методические указания по самостоятельной работе студентов.....	48
V. Темы рефератов.....	53
VI. Темы контрольных работ.....	54
VII. Контрольные вопросы, выносимые на зачет.....	58
7.1 Примерные тесты.....	59

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий учебно-методический комплекс по курсу «Теория эволюции» составлен с учетом рекомендаций Научно-методического совета по биологии Учебно-Методического Объединения университетов. Его структура и содержание соответствуют требованиям Государственного образовательного стандарта по специальности «Биология» квалификация учитель биологии, утвержденного приказом Министерства образования РФ 31.01.2005 г.

Учебно-методический комплекс включает в себя: квалификационную характеристику и компетенции выпускника-учителя биологии; рабочую программу и дисциплины с технологической картой; курс лекций; вопросы к семинарским занятиям; глоссарий; рекомендуемую литературу (основную и дополнительную); методические указания по самостоятельной работе студентов; темы рефератов и контрольных работ; контрольные вопросы и примерные тесты, выносимые на зачет.

I. Квалификационная характеристика выпускника

Выпускник, получивший квалификацию учителя биологии, должен быть готовым осуществлять обучение и воспитание обучающихся с учетом специфики преподаваемого предмета; способствовать социализации, формированию общей культуры личности, осознанному выбору и последующему освоению профессиональных образовательных программ; использовать разнообразные приемы, методы и средства обучения; обеспечивать уровень подготовки обучающихся, соответствующий требованиям Государственного образовательного стандарта; соблюдать права и свободы учащихся, предусмотренных Законом Российской Федерации "Об образовании", Конвенцией о правах ребенка, систематически повышать свою профессиональную квалификацию, участвовать в деятельности методических объединений и в других формах методической работы, осуществлять связь с родителями (лицами, их заменяющими), выполнять правила и нормы охраны труда, техники безопасности и противопожарной защиты, обеспечивать охрану жизни и здоровья учащихся в образовательном процессе.

II. Компетенции выпускника

Профессиональные:

- уметь приобретать новые знания, используя современные информационные образовательные технологии;
- использование современных научно обоснованных приемов, методов и средств обучения биологии, в том числе технических средств обучения, информационных и компьютерных технологий;
- владеть навыками и методами исследований биологических объектов (приготовление объекта к исследованию, зарисовка, работа с гербарием и коллекционным материалом и др.);
- иметь представление о методах анализа и моделировании эволюционных процессов;

- понимать роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении, знать основные теории эволюции, концепции видообразования, уметь аргументировать современный эволюционный подход к изучению биологических процессов.

III. РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

3.1 Объяснительная записка

Курс «Теория эволюции» завершает общую биологическую подготовку студентов. Он позволяет получить объем сведений, необходимых учителю биологии. Овладение основами эволюционной теории развивает способность и далее самостоятельно осмысливать сложный материал современной биологии.

Основное содержание курса включает в себя преимущественно вопросы, рассчитанные на общебиологические знания, на умение излагать данные конкретных наук в их эволюционном освещении. Многие основные положения таких общебиологических наук, как генетика, цитология, экология, приобретают эволюционный смысл.

Основная часть программы построена в соответствии с логической структурой предмета эволюционной теории. Ядро современного дарвинизма составляет учение о микроэволюции, которое во многом базируется на данных генетики и экологии.

Основная цель курса заключается в познании причин и общих закономерностей исторического развития живой материи.

Задачи:

1. изучение современных представлений о возникновении жизни на Земле;
2. изучение механизмов эволюционных преобразований;
3. экспериментальное изучение всех звеньев эволюционного процесса, начиная с изменчивости популяций и заканчивая видообразованием;
4. теоретические исследования основных проблем эволюционной науки.

Место дисциплины в учебном процессе

«Теория эволюции» относится к циклу дисциплин предметной подготовки федерального компонента. Курс тесно связан с генетикой, экологией. Дисциплина проводится на 5 курсе, в течение 10 семестра. Формой отчетности в 10-ом семестре является зачет.

3.2 Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины

Требования к обязательному минимуму содержания дисциплины Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по специальности 050102 «Биология» квалификация учитель биологии, утвержденного 31.01.2005 г., номер государственной регистрации № 697 пед/сп (новый).

Дидактические единицы дисциплины

История эволюционных идей в развитии естественных наук. Учение Ж.Б. Ламарка. Ч. Дарвин и основные положения дарвинизма. Концепция естественного отбора. Монофилетическая теория видообразования. Судьба

дарвинизма. Неоламаркизм и генетический антидарвинизм, и их причины. Синтетическая теория эволюции как возрождение и обогащение дарвинизма. Современные проблемы эволюционной теории. Генетические основы эволюции. Микроэволюция. Популяция как единица микроэволюции. Факторы, изменяющие генофонд популяций. Генетико-автоматические процессы. Результаты микроэволюции. Изоляция и ее роль в эволюции. Формы естественного отбора. Результаты отбора при разных формах элиминации. Вид и его критерии. Развитие понятия вида в биологии. Структура вида. Понятие политипического вида. Биологические виды. Пути видообразования: географическое и экологическое. Гибридогенное видообразование и сетчатая эволюция. Макроэволюция и ее связь с микроэволюцией. Современные точки зрения. Дивергенция, конвергенция и параллелизм. Происхождение таксонов. Моно- и полифилия. Системные подходы к проблемам макроэволюции. Морфологические закономерности эволюции. Эволюция онтогенеза: история вопроса и современные взгляды. Пути биологического прогресса. Проблемы вымирания. Проблемы направленности эволюционного процесса. Современные гипотезы происхождения жизни. Антропогенез. Этапы становления человека. Роль биологических и социальных факторов в эволюции человечества. Антропогенное влияние на ход эволюционного процесса.

3.3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОГО КУРСА

Факультет: биолого-химический

Кафедра: анатомии, физиологии человека и животных

Семестр: 10

Тема	Всего часов	Аудитор. занятий			Самост. работа
		лекции	семинар.зан.	практ.зан.	
Семестр 10					
Модуль 1					
Введение	2	2			
Модуль 2					
Возникновение и развитие эволюционной теории	56				56
Модуль 3					
Современные проблемы эволюционной теории	86	12	2		72
Модуль 4					
Антропогенез	24		2		14
Форма итогового контроля	Зачет				

3.4 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО КУРСА

Введение

Понятие эволюционной теории. Методы исследования, основные принципы. Место эволюционной теории в системе наук.

Возникновение и развитие эволюционной теории

Исторический обзор. Недарвиновские концепции эволюции, креационизм, ламаркизм, мутационизм, номогенез. Проблема наследования приобретенных признаков. Дарвиновская концепция эволюции и ее современное понимание.

Современные проблемы эволюционной теории

Развитие представлений о сущности жизни. Основные уровни организации жизни. Роль живого вещества в геохимических процессах в биосфере. Геологические, космические и биотические факторы изменения условий жизни. Эволюционные преобразования жизни на земле.

Возникновение жизни (биогенез). Современные гипотезы происхождения жизни. Последующие стадии биохимической эволюции.

Становление клеточной организации. Проблема возникновения генетического кода.

Оформление ядра и полового процесса, происхождение эукариотных форм. Эволюция энергетических процессов. Деятельность биосферы в архее и протерозое. Возникновение атмосферы. Возникновение многоклеточности.

Жизнь в докембрии и кембрии. Становление типов беспозвоночных животных и типа хордовых.

Появление высших растений. Завоевание жизнью суши. Дальнейшее развитие жизни на Земле, по данным палеонтологии и филогенетики. Смена флор и фаун. Характеристика органического мира.

Организм – объект эволюционных преобразований. Фенотип - основная единица отбора и передатчик наследственной информации по поколениям.

Популяция - элементарная единица эволюции. Принципы популяционного равновесия. Уравнение Харди – Вайнберга и его биологический смысл. Типы популяций. Преемственность поколений.

Типы изменчивости. Изменчивость количественных признаков. Эволюционная роль хромосомных перестроек. Дрейф генов, волны жизни, динамика численности популяций.

Миграция, принцип «основателя» Э. Майер. Роль миграции в поддержании устойчивости видов.

Изоляция. Формы изоляции. Эволюционная роль изоляции популяций.

Борьба за существование. Формы борьбы за существование. Эволюционная роль отношений хищник-жертва, паразит-хозяин, конкуренция, мутуализм.

Формы внутривидовой конкуренции. Естественный отбор. Особенности отбора. Формы естественного отбора. Элиминация, формы элиминации, эволюционное следствие разных форм элиминации. Эволюция адаптаций - результат действия естественного отбора. Классификация адаптаций. Группы адаптаций по уровню совершенства. Относительность органической целесообразности.

История развития понятия вид. Концепция вида. Критерии вида. Общие признаки вида. Структура вида. Географическая, клинальная изменчивость. Видообразование. Экологическая радиация. Филетическая эволюция. Эволюция вида по Ф. Добжанскому.

Понятия «макроэволюции». Соотношение макроэволюции и микроэволюции. Пути макроэволюции. Проблема происхождения таксонов. Направленность эволюционного процесса.

Способы филогенетического преобразования органов. Соотношение индивидуального и исторического развития

Биологический прогресс, критерии и способы его осуществления. Морфофизиологический прогресс (ароморфоз). Частные приспособления в эволюции (алломорфоз, теломорфоз, гиперморфоз). Морфофизиологический регресс (катаморфоз, гипоморфоз). Вымирание и тупики в эволюции.

Общие закономерности макроэволюции. Темпы эволюции. Неравномерность эволюции.

Антропогенез

Развитие представлений о происхождении человека. Место человека в зоологической системе. Основные этапы антропогенеза. Движущие силы антропогенеза и их специфика.

Человек – уникальный вид и специфика его адаптаций. Особенности биологической эволюции современного человека.

Человеческие расы и их происхождение. Адаптивное значение расовых признаков. Биологическая несостоятельность расизма.

3.5 КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

(10 семестр - 14 часов)

Лекция № 1. Введение. Общая характеристика жизни как особой формы движения материи (2 часа).

План:

1. Предмет и задачи эволюционной теории.
2. Методы исследования эволюционного процесса.
3. Основные уровни организации жизни.
4. Роль живого вещества в геохимических процессах в биосфере.
5. Организм как объект эволюционных преобразований.
6. Популяция – элементарная единица эволюции.

Термин эволюция (от лат evolution – разворачивание) ввел в середине 18 века швейцарский натуралист Шарль Боннэ.

Изучению эволюционного процесса в современной науке уделяется большое внимание, и этим занимаются все биологические дисциплины. Основываясь на данных специальных дисциплин, эволюционное учение изучает общие закономерности и движущие силы исторического развития жизни, впервые в общей форме вскрытые Ч. Дарвиным.

В широком смысле слова биологической эволюцией называют совокупность всех преобразований живой материи (начиная от первичных живых существ и до современной биосферы).

В узком смысле для характеристики эволюции важны несколько признаков:

1. биологическая эволюция необратима;
2. эволюция – это изменение биологически полезных признаков;
3. эволюция основана на преемственности;
4. эволюция не запрограммирована.

Задачи эволюции заключаются в познании причин и общих закономерностей исторического развития живой материи. Их решение осуществляется по двум направлениям: экспериментальное и теоретическое.

Принципы эволюции:

1. историзм – использует для изучения современных организмов те знания, которые получены при изучении прошлой жизни.

2. актуализм – заключается в экстраполяции знаний настоящего на события прошлого.

Методы изучения эволюции: сравнительный и генетический.

Сравнительный метод используют при изучении уже сложившихся форм организмов. Он основан на установлении сходства и различия в строении и функциях разных групп организмов.

Генетический метод опирается на палеонтологические данные, которые на конкретном материале позволяет документально восстановить ход истории той или иной группы организмов. Генетический метод введен Ч. Дарвиным.

Основные принципы эволюционного учения:

- изменчивость и многообразие природных видов;
- борьба за существование;
- естественный отбор;
- роль отбора в формировании приспособляемости организмов;
- принцип монофлии и дивергенции.

Мир живой природы представляет собой совокупность биологических систем разного уровня организации и различной степени соподчиненности. Среди живых систем нет двух одинаковых особей, популяций и видов. Эта уникальность проявления дискретности и целостности живого основана на замечательном явлении конвариантной редупликации (самовоспроизведение с изменениями).

Проявление жизни на Земле чрезвычайно многообразны. Жизнь на Земле представлена ядерными и доядерными, одно- и многоклеточными существами. Многоклеточные в свою очередь представлены грибами, растениями и животными. Любое из этих царств объединяет разнообразные типы, классы, отряды, семейства, роды, виды, популяции и индивидуумы.

Во всем многообразии живого можно выделить несколько различных уровней организации живого:

- **молекулярно-генетический уровень.** Основные структуры этого уровня – нуклеиновые кислоты и белки. Белки в свою очередь выступают как

полимерные соединения, состоящие из отдельных мономеров. С этого уровня начинаются важнейшие процессы жизнедеятельности организма; обмен веществ и превращение энергии, передача наследственной информации и др. На этом же уровне закладываются основы эволюционного развития.

- **субклеточный уровень.** Этот уровень представлен клеткой как основной структурной и функциональной единицей всего живого обитающего на Земле. Субклеточный уровень позволяет изучить онтогенез клетки.

- **клеточный уровень.** На этом уровне появляются принципиальные отличия в строении растительных и животных организмов.

Растительная клетка	Животная клетка
Оболочка жесткая, пектиновая	Оболочка мягкая, кожистая
Наличие пластид, способных к синтезу органического вещества (автотрофы – организм, синтезирующий из неорганических соединений органические вещества с использованием энергии Солнца)	Отсутствие пластид (кроме клеток печени; хромопласты) (гетеротрофы – организм использующий для питания органические вещества производимые другими видами и, как правило, не способные к синтезу веществ своего тела из неорганических веществ)
Запас питательных веществ в виде крахмала.	Запас питательных веществ в виде гликогена

- **тканевый уровень.** Клетки схожие по строению и выполняющие одну и ту же функцию в организме, образуют ткани.

- **органный уровень.** У большинства животных и растений орган – это структурно-функциональное объединение нескольких типов тканей (мозг, сердце человека, плод, побег у растений). Но, как известно органы не существуют сами по себе, они способны функционировать лишь в составе целостного организма.

- **организменный или онтогенетический уровень,** более комплексная ступень организации жизни на Земле. Жизнь этого уровня представлена организмами или особями. Это в равной степени присуще микроорганизмам, растениям, грибам и животным, хотя в указанных царствах индивиды имеют различное морфологическое содержание. Так, одноклеточные состоят из ядра, цитоплазмы, множество органелл и мембран, макромолекул и т.д. Сложность индивидуума у многоклеточных во много раз выше, т.е. индивид – элементарная неделимая единица жизни на Земле. В ряде случаев вопрос об определении границ индивида, особи не столь прост. Например, не вполне ясно, можно ли считать особью отдельные организмы, составляющие колонии коралловых полипов, мшанок, сифонофор. Каждая из таких частей, хотя и существует в виде отдельного самостоятельного индивидуума, но зависит от других частей. Не прост вопрос определения особи у таких комплексных организмов, как лишайники. С эволюционной точки зрения особью следует

считать все морфофизиологические единицы, происходящие от одной зиготы, гаметы, споры, почки и индивидуально подлежащие действию элементарных эволюционных факторов.

На онтогенетическом уровне единицей жизни служит особь с момента ее возникновения и до смерти. На онтогенетическом уровне происходит не только реализация наследственной информации, но и апробация ее посредством проверки согласованности в реализации наследственных признаков и работы управляющих систем во времени и пространстве в пределах особи.

Возникновение онтогенетических дифференцировок лежит в основе возникновения всех эволюционных новообразований в развитии всякой группы организмов. До сих пор не известно, почему в онтогенезе строго определенные процессы происходят в должное время и в должном месте.

Пока можно предполагать, что элементарными структурами на онтогенетическом уровне организации жизни служат клетки, а элементарными явлениями какие-то процессы, связанные с дифференцировкой.

Особи в природе не абсолютно изолированы друг от друга, а объединены более высоким рангом биологической организации на популяционно-видовом уровне.

- **популяционно-видовой уровень.** Объединение особей в популяции, а популяций в виды по степени генетического и экологического единства приводит к появлению новых свойств и особенностей в живой природе, отличительных от свойств молекулярно-генетического и онтогенетического уровней.

Популяция – элементарная, далее неразложимая единица эволюции представляющая собой генетически открытую систему. На этом уровне происходят элементарные явления - изменение генотипического состава популяции; элементарный материал на этом уровне – мутации.

Виды, всегда выступающие как система популяций, являются наименьшими, в природных условиях генетически закрытыми системами.

Все это приводит к тому, что популяции оказываются элементарными единицами, а виды – качественными этапами процесса эволюции.

Популяции и виды как индивидуальные образования способны к длительному существованию и историческому развитию. При этом жизнь отдельной особи находится в зависимости от процессов, протекающих в популяциях. Популяции и виды всегда существуют в определенной среде, включающей как биотические, так и абиотические компоненты.

Конкретная среда протекания процесса эволюции, идущего в отдельных популяциях - биогеоценоз. В то же время биогеоценоз – элементарная единица следующего уровня организации жизни на Земле.

- **биогеоценотический (экосистемный) уровень.** Биоценоз – совокупность растений, животных, грибов и прокариот, населяющих участок суши или водоема и находятся в определенных отношениях между собой. Вместе с конкретными участками земной поверхности, занимаемыми биоценозами, и прилегающей атмосферой называются экосистемами.

Экосистемы могут быть разного масштаба (от капли воды до экосистемы острова, реки, континента и всей биосферы в целом).

Экосистемы “безразмерное” понятие, но есть один класс экосистем, имеющих определенные размеры это биогеоценозы (В.Н. Сукчев, Николай Иванович Тимофеев-Ресовский).

Биогеоценоз - это такая экосистема, внутри которой не проходит биоценологических, микроклиматических, почвенных и гидрологических границ; биогеоценоз – одна из наиболее сложных природных систем.

Все группы экосистем продукт совместного исторического развития видов, различающихся по систематическому положению. Биогеоценозы – среда для эволюции входящих в них популяций. Популяции разных видов в биогеоценозах воздействуют друг на друга по принципу прямой и обратной связи, и жизнь в биогеоценозах регулируется в основном силами самой системы.

Литература основная: 1,2,3.

Литература дополнительная: 6,8,11,12,16,22,25,27.

Лекция № 2. Генетико – экологические основы эволюционного процесса (2 часа).

План:

1. Мутации как основной материал для эволюционного процесса.
2. Генетико-автоматические процессы (дрейф генов) в популяциях. Влияние динамики численности популяций (волн жизни) на генотипический состав популяций.
3. Миграция, ее значение в изменении генетической структуре популяций.
4. Изоляция. Основные формы биологической изоляции.

Элементарные эволюционные факторы – это стохастические (вероятностные) процессы, протекающие в популяциях, которые служат источниками первичной внутривидовой изменчивости.

К основным ЭЭФ относятся: мутационный процесс, рекомбинации и давление мутаций. Эти факторы обеспечивают появление в популяциях новых аллелей (а также хромосом и целых хромосомных наборов). К дополнительным ЭЭФ относятся: популяционные волны, изоляция, эффект основателя, дрейф генов. Эти факторы обеспечивают эффект Болдуина, или эффект «бутылочного горлышка», способствующий изменению частот аллелей в популяции. К ЭЭФ относятся и другие процессы, способные изменить генетическую структуру популяции: миграции (поток генов), мейотический драйв и прочие.

Мутационный процесс – это процесс возникновения в популяциях самых разнообразных мутаций: генных, хромосомных и геномных. Мутационный процесс является важнейшим элементарным эволюционным фактором, поскольку поставляет элементарный эволюционный материал – мутации. Именно мутации обеспечивают появление новых вариантов признака, именно мутации лежат в основе всех форм изменчивости.

Мутации, которые не подвергаются заметному действию отбора, называются селективно нейтральными. В теории эволюции обычно рассматриваются только генеративные мутации; генетические мозаики в эволюционных моделях не рассматриваются. Если тип мутации не оговаривается специально, то обычно мутацией называют изменение исходного аллеля некоторого гена; такое изменение записывают следующим образом: $A \rightarrow a$ или $a \rightarrow A$ или $a_0 \rightarrow a_k$ (где k – некоторый символ, например, номер мутации). Ген может мутировать в различных направлениях; в результате могут возникать обратные мутации, при которых действие одной мутации отменяется другой мутацией. Например, действие прямой мутации $A \rightarrow a$ отменяется обратной мутацией $a \rightarrow A$. При этом обратная мутация может быть истинной, но может быть и следствием внутригенной супрессии (например, потеря одной пары оснований компенсируется вставкой другой пары).

Частота мутаций конкретных генов очень низка: она колеблется от 10^{-3} (мутирует один ген из тысячи) до 10^{-10} (мутирует один ген из десяти миллиардов). В среднем можно считать, что лишь несколько гамет из миллиона содержит новую мутацию по данному гену, тогда частота мутации составляет $n \times 10^{-6}$ или просто $\sim 10^{-6}$. (Более подробная характеристика мутаций рассматривается в курсе генетики.)

Носителями мутации называются организмы, все клетки которых несут рассматриваемую мутацию (например, гетерозиготы Aa), но эта мутация не проявляется в фенотипе и не может подвергаться действию отбора. Мутантами мы будем называть организмы, у которых мутация обнаруживается в фенотипе и может подвергаться действию отбора (заметим, что термин «мутант» используют в самых различных значениях). В разных группах организмов возможность фенотипического проявления мутантного аллеля различна.

Мутационный процесс дополняется некоторыми специальными механизмами, способствующими сохранению мутаций или изменению экспрессии мутантных аллелей.

Рекомбинации

Как правило, один фенотипический признак формируется под влиянием множества генетических факторов, то есть является полигенным. Поэтому разные мутации могут взаимодействовать между собой. В результате рекомбинаций (которые имеются у всех известных групп организмов) возможны следующие эффекты взаимодействия мутаций:

1. различные способы межгенных взаимодействий: комплементарность, эпистаз, а также различные формы полимерии: аддитивная (простое суммирование фенотипических эффектов, при котором $1+1=2$) и неаддитивная (нелинейное взаимодействие, при котором $1+1 \neq 2$).

2. мутации в управляющих генах: ослабителях (супрессорах), усилителях (бустерах), модификаторах. Например, мутация в гене-модификаторе X может превратить рецессивную мутацию, a в доминантную.

Итак, для понимания значения мутационного процесса необходимо рассматривать не отдельные мутации, а все разнообразие возможных мутаций и их сочетаний в популяциях.

Дрейф генов или генетико-автоматические процессы

Анализируя процессы, протекающие в свободно скрещивающейся популяции, английский ученый К. Пирсон в 1904 г. установил существование закономерностей, описывающих ее генетическую структуру. Это обобщение, получило название закона стабилизирующего скрещивания (закон Пирсона) – в условиях свободного скрещивания при любом исходном соотношении численности гомозиготных и гетерозиготных родительских форм уже в первом поколении внутри популяции устанавливается состояние равновесия, если исходные частоты аллелей одинаковы у обоих полов.

В небольших по численности изолированных популяциях в силу чисто случайных колебаний частот аллеля может произойти либо его полное закрепление, либо полная утрата из генофонда популяции. Это явление было названо дрейфом генов.

Хорошо изучен дрейф генов на природных популяциях растений и животных, а также человека.

В результате дрейфа генов в малых популяциях могут закрепляться и вредные аллели. Они пополняют так называемый генетический груз популяции, который, однако, при изменении условий среды используется отбором на благоприятные преобразования таких ранее вредных аллелей.

Под **миграцией** чаще всего понимают передвижение организмов из одного места обитания в другое. В эволюционном плане миграция означает, во-первых, переселение за пределы ареала материнской популяции, во-вторых, такое переселение, за которым следует либо обновление генофонда другой популяции в результате скрещивания мигрантов с ее особями, либо образование новой самостоятельной популяции.

Эволюционное значение миграции заключается в изменении генетического состава тех популяций, в которые вливаются мигранты. Это изменения осуществляется такими процессами, как поток генов и интрогрессия генов.

Миграция способствует обогащению генофонда популяций новыми генными комплексами в результате потока и интрогрессии генов, она является важным источником комбинативной изменчивости.

Изоляция – широкий комплекс явлений, связанных с резким ограничением или полным прекращением скрещивания представителей разных популяций и видов. Различают несколько видов изоляции:

1. пространственная (или географическая) – различные изменения в ландшафте; образование преград в виде рек, лесных массивов и др. Места обитания видов часто бывают неоднородны, и это приводит к так называемому островному распределению популяций.

2. биологический способ изоляции – включает такие механизмы, которые либо вообще не допускают скрещивания, либо препятствуют воспроизведению нормального потомства. Биологический способ включает несколько форм изоляции и все они так или иначе связаны с условиями и механизмами размножения. Экологическая форма изоляции определяется условиями существования видов, связанные с местами и сроками размножения. Экологическая форма изоляции подразделяется на сезонную и биотопическую.

Сезонная – определяется во времени полового созревания. Биотопическая - возникает в результате расхождения близкородственных видов по разным местообитаниям.

3. морфофункциональная форма изоляции обусловлена особенностями строения и функционирования органов размножения. В ходе эволюции выработались два основных способа такой изоляции: морфологический и физиологический. Морфологическая изоляция заключается в несоответствии строения органов размножения, которое препятствует оплодотворению. Физиологическая изоляция связана с нарушением процессов размножения.

4. этологическая форма изоляции определяется особенностями поведения, допускающими спаривание только с особями своего вида.

5. генетическая форма изоляции заключается в несовместимости половых продуктов самца и самки. Изолирующие механизмы тесно связаны с генетическими предпосылками эволюции, в первую очередь с наследственной изменчивостью.

Таким образом, можно подойти к заключению, что популяция является элементарной биологической структурой, способной к эволюционным изменениям. Любые изменения отдельных особей, ни каким эволюционным процессам сами по себе привести не могут: индивидуально и дискретно возникающее изменение должно стать групповым, подвергнуться воздействию тех или иных эволюционных факторов. Это возможно лишь в рамках популяции. Особь в популяции – объект действия главного эволюционного фактора – отбора. Вид – качественный этап эволюционного процесса.

Изменчивость и изоляция сами по себе не могут быть причинами эволюционного процесса, они создают лишь необходимые предпосылки для творческого действия естественного отбора.

Литература основная: 1,2,3.

Литература дополнительная: 4,6,9,12,16,17,21,24,26.

Лекция № 3 - 4. Движущие силы эволюции (4 часа).

План:

1. Основные принципы эволюционной теории.
2. Дарвин о формах, закономерностях и причинах изменчивости.
3. Борьба за существование как взаимодействие организмов с окружающей средой. Формы борьбы за существование: конституциональная, межвидовая, внутривидовая.
4. Особенности естественного отбора как основной движущей силы эволюции.
5. Элиминация как способ осуществления естественного отбора. Формы элиминации.
6. Движущий отбор и его разновидности. Понятие полового отбора.
7. Эволюция адаптаций – основной результат действия естественного отбора. Классификация адаптаций.

Одной из составляющих сил эволюции является борьба за существование, которая определяется как сложный процесс противоречивых взаимодействий особей одного или разных видов, который через уничтожение менее приспособленных организмов ведет к естественному отбору.

Впервые факт борьбы за существование вскрыл Дарвин выделяя основные ее формы: внутривидовую и межвидовую, и третью не основную – действие факторов абиотической среды на все живые организмы данной территории.

Стремление организмов выжить и оставить после себя потомство составляет исходное условие борьбы за существование, закономерным следствием ее является снижение численности особей каждого поколения и совершенствование морфофизиологических и поведенческих адаптаций.

В современном представлении борьба за существование – это совокупность внутривидовых и межвидовых взаимодействий, а также действие абиотических причин на каждое данное поколение с момента формирования гамет до половой зрелости, вызывающих закономерное снижение численности популяций.

Шмальгаузен предложил классификацию борьбы за существование:

Борьба за существование делится на соревнование (прямая и косвенная борьба) и элиминацию (избирательная и неизбирательная борьба). В основе соревнования лежит различие между особями одной популяции в борьбе за сохранение потомства и своей собственной жизни.

Северцев предложил различать две основные формы борьбы за существование: прямую и косвенную. Прямая приводит к элиминированию особи, а косвенная включает в себя состязание, соревнование, конкуренцию.

Конкуренция возникает, если у двух близких видов наблюдаются сходные потребности: пищевые ресурсы, убежища, места для размножения и т.д. Если эти два вида оказываются в одном сообществе, рано или поздно один конкурент вытеснит другого.

Внутривидовая конкуренция включает в себя три вида: трофическую, топическую, репродуктивную.

Внутривидовая трофическая конкуренция обусловлена у животных потребностями в одинаковой пище, у растений – в одних и тех же питательных веществах и солнечной энергии для фотосинтеза. Эта форма конкуренции носит наиболее острый характер, т.к. в нее вступают особи, одинаковые по морфофизиологической конституции, имеющие потребности в одинаковой пище.

Кроме того, эта форма может быть не только индивидуальной, но и в конкуренцию за пищу могут вступать группы генетически однородных особей (колонии, семьи), это так называемая групповая конкуренция. Эта форма конкуренции в эволюционном плане очень важна, т.к. совершенствуются морфофизиологические и поведенческие адаптации, связанные с улучшением способов добывания пищи и эффективности ее усвоения организмом.

Внутривидовая топическая конкуренция обусловлена совместным обитанием в одной среде. Конкуренция может происходить между самими организмами, либо между группами сходных организмов на фоне общих

абиотических условий (холод, засуха, засоленность и т.д.) и биотических факторов.

Топическая форма конкуренции – важная причина выработки приспособлений к неблагоприятным условиям абиотической и биотической среды.

Репродуктивная конкуренция выражается в борьбе особей за воспроизведение потомства. Борьба особей одного вида может происходить за партнера для спаривания и оплодотворения.

Значение репродуктивной конкуренции в эволюционном плане велико, она является причиной возникновения и совершенствования адаптаций, связанных с размножением.

Первые представления о естественном отборе как движущей силе эволюции сложились в начале XIX века.

Англичане Уильям Уэллс, Патрик Мэттью, Эдвард Блит в начале XIX в. независимо друг от друга пришли к выводу, что в природе существует жестокая конкуренция, и поэтому только сильнейшие, наиболее приспособленные к условиям данной местности особи могут оставить потомство; в ходе борьбы за существование выживают особи, наиболее соответствующие условиям своей среды, то есть действует «отбор при помощи закона природы».

Герберт Спенсер (английский психолог, 1820–1903) понимал естественный отбор как переживание наиболее приспособленных. Ч. Дарвин использовал это же понятие отбора, но подчеркивал, что «...особи, обладающие хотя бы самым незначительным преимуществом перед остальными, будут иметь больше шансов на выживание и продолжение своего рода».

В начале XX века распространилась теория «механического сита» (Г. де Фриз, 1903), отводящая естественному отбору роль сортировщика уже имеющихся вариантов. Однако в большинстве случаев отбор не использует уже готовые варианты признаков (преадаптации), а создает новые признаки, которые не могли возникнуть лишь за счет мутационной и комбинативной изменчивости. В этом заключается творческая роль естественного отбора.

И. И. Шмальгаузен при разработке теории отбора большое внимание уделял дифференциальной смертности вследствие элиминации. При этом некоторые формы элиминации (общая стихийная) могут не приводить к отбору.

Дж. Гексли (1942) различал отбор как дифференциальное выживание и отбор как дифференциальное размножение. В настоящее время некоторые современные эволюционисты понимают отбор как избирательное выживание биологических единиц (например, Футуима, 1979). Другие эволюционисты (например, Эрик Пианка, 1978) подчеркивают, что отбор действует «только посредством дифференциального успеха в размножении».

Однако размножение и передача генов последующим поколениям – разные понятия. И. Лернер (1958) пришел к выводу, что отбор есть дифференциальное воспроизведение генотипов. Эта формулировка сущности отбора в настоящее время наиболее распространена.

Вопрос о единице действия отбора до сих пор однозначно не решен. Классическая СТЭ подразумевает, что единицей действия отбора является

фенотип особи. Однако сами понятия «фенотип» и «особь» строго не определены. Поэтому существуют теории группового отбора (единица отбора – индивид, клон, семья, колония, популяция) и теории «эгоистического гена» (единица отбора – репликон, самовоспроизводящийся участок ДНК).

Большинство эволюционных теорий принимает следующее определение:

Естественный отбор – это совокупность биологических процессов, обеспечивающих дифференциальное выживание и дифференциальное воспроизведение генотипов.

Основные формы естественного отбора

1. движущий отбор – является исходной формой отбора.

Проявляется в виде устойчивого и, в известной мере, направленного изменения частоты аллеля (генотипа, фенотипа) в популяции. Конечным результатом движущей формы отбора является полное замещение аллеля (генотипа, фенотипа) другим аллелем (генотипом, фенотипом). Таким образом, движущий отбор приводит к изменению генетической и фенотипической структуры популяции.

В ходе движущего отбора повышается средняя приспособленность популяции (но не обязательно всех ее членов!).

Механизм движущего отбора заключается в накоплении и усилении отклонений от первоначального (нормального) варианта признака. Эти отклонения появляются в ходе действия элементарных эволюционных факторов. В дальнейшем первоначальный вариант признака может стать отклонением от нормы.

Движущий отбор приводит к появлению в популяции транзитивного, или переходного полиморфизма. Полиморфизм – это одновременное сосуществование в популяции двух и более аллелей одного гена, двух и более генотипов или фенотипов. Выявить этот тип полиморфизма трудно, поскольку он существует в популяции в течение немногих (нескольких десятков) поколений.

2. стабилизирующий отбор (центростремительный отбор) – суммарный результат действия двух и более направлений движущего отбора в пользу одного гено/фенотипа или группы генотипов со сходным фенотипом. Стабилизирующий отбор направлен на сохранение генетической и фенотипической структуры популяции.

Стабилизирующий отбор проявляется в виде сохранения частот аллелей (генотипов, фенотипов) в популяции. Результатом стабилизирующего отбора является сохранение такого состояния популяции, при котором ее средняя приспособленность максимальна.

Различают две формы стабилизирующего отбора: очищающий отбор и отбор на разнообразие.

При очищающем отборе сохраняется первоначальный (нормальный) вариант признака. Отклонения от нормального варианта признака снижают приспособленность особей и удаляются (элиминируются) из популяции. В этом случае частота одного из аллелей стремится к 1, а частоты других аллелей данного гена – к нулю.

При отборе на разнообразие отбор часто действует в пользу гетерозигот (превосходство гетерозигот над гомозиготами называется сверхдоминированием). Тогда в популяции длительное время сохраняется два и более аллеля одного гена в постоянном соотношении. Стабилизирующий отбор на разнообразие приводит к появлению и сохранению в популяции сбалансированного (устойчивого) полиморфизма. Этот тип полиморфизма сохраняется в популяциях неопределенно долгое время.

Мощный стабилизирующий отбор способствует сохранению таксонов. Известны многочисленные персистентные формы – "живые ископаемые" (плеченогие, мечехвосты, гаттерия, латимерия, гинкго). У мечехвостов внутривидовой полиморфизм не меньше, чем у молодых видов членистоногих, однако любое отклонение от среднего значения признака (от адаптивной нормы) приводит к снижению приспособленности.

К стабилизирующему отбору часто относят и канализирующий отбор – отбор на устойчивость развития, на автономизацию онтогенеза (этот вопрос подробнее будет рассмотрен на соответствующей лекции).

3. дизруптивный отбор (центробежный отбор) – суммарный результат действия двух и более направлений движущего отбора в пользу двух и более равно приспособленных гено/фенотипов или групп генотипов со сходными фенотипами.

Дизруптивный отбор приводит к появлению в популяции несбалансированного (неустойчивого) полиморфизма. Для длительного сохранения в популяции этого типа полиморфизма необходимо выполнение ряда условий:

- а) все формы должны быть действительно равно приспособлены;
- б) обе формы должны не скрещиваться между собой;
- в) среда обитания должна быть неоднородной в пространстве и/или во времени.

Выполнение даже одного из условий встречается довольно редко, поэтому несбалансированный полиморфизм в пределах популяции – редкое явление. Наиболее часто встречается сезонный полиморфизм у насекомых (бабочки, божьи коровки), экологически обусловленный полиморфизм в больших популяциях растений, полиморфизм при нулевой приспособленности гетерозигот (тропические бабочки).

Высшие формы естественного отбора

1. половой отбор – форма естественного отбора, основанная на соперничестве особей одного пола за спаривание с особями противоположного пола. При этом приспособленность генотипа (фенотипа) оценивается не по его выживаемости, а по его участию в размножении.

Обычно направление полового отбора не зависит от выживаемости. Но совершенно случайно (!) фенотипы и генотипы с наибольшей приспособленностью могут пользоваться наибольшим успехом при размножении, и наоборот, гено/фенотипы с наименьшей выживаемостью могут оставлять больше потомства (напр., носители сверхстимула). В первом случае при наличии дизруптивного отбора возможен распад исходной популяции на

две и более субпопуляции. Во втором случае общая приспособленность популяции может снизиться настолько, что это приведет к ее гибели.

В результате полового отбора или при его участии у многих видов животных в процессе эволюции возникли и развились вторичные половые признаки. При наличии различий между мужскими и женскими особями раздельнополых видов возникает половой диморфизм. Половой диморфизм служит для опознавания половой принадлежности особей в пределах вида, а при совместном сосуществовании множества близких видов способствует опознаванию особей своего вида, что повышает степень межвидовой изоляции.

Концепция полового отбора, объясняет происхождение многих признаков, которые, на первый взгляд, являются бесполезными или даже вредными и для особи, и для вида. К таким признакам относятся: сильная разветвлённость рогов у оленей, ослабляющая их значение как органов защиты или нападения, длинный тяжёлый хвост у самцов некоторых птиц во время брачного периода.

Половой отбор является прогрессивной формой отбора, поскольку «борьба» между самцами не ставит вопрос о выживаемости, о борьбе за условия, необходимые для жизни (пища, жизненное пространство и т. д.). Следовательно, половой отбор не требует гибели «побежденных»: «побеждённые», как правило, выживают и могут быть даже более долговечными, чем победители, а в последующий сезон спаривания могут оказаться «победителями».

Половой отбор сыграл значительную роль в эволюции человека. Основы концепции полового отбора разработаны Ч.Дарвином (Происхождение человека и половой отбор, 1871).

2. частотно-зависимый отбор – форма отбора, обусловленная зависимостью приспособленности гено/фенотипа от его частоты в популяции. Например, генотип АААа обладает приспособленностью (выживаемостью) $W=0,7$ в «экологическом вакууме», но при увеличении количества особей с генотипом АААа между ними возникает внутривидовая конкуренция, и величина W снижается.

3. Отбор родственников (kin-selection) – отбор в колониях, семьях и сверхмалых популяциях. Приводит к накоплению альтруистических признаков (альтруизм – самопожертвование).

Если в семье появляется «аллель альтруизма» (в действительности, альтруизм обусловлен сложными генетическими комплексами), то он будет в наличии у половины родственников. Носитель этого аллеля, проявляя заботу о внуках или племянниках, способствует их выживанию и накоплению «аллеля альтруизма» в последующих поколениях.

В высшей форме альтруизм проявляется у общественных перепончатокрылых (пчелы, муравьи), поскольку у этих насекомых сестры более близкие родственники, чем мать и дочери. Этот эффект обусловлен гаплоидностью самцов – все сестры несут половину совершенно одинаковых аллелей.

Отбор родственников сыграл значительную роль в эволюции человека, наряду с половым отбором.

4. дестабилизирующий отбор. Это отбор на разрушение исторически сложившихся адаптивных комплексов. Теорию дестабилизирующего отбора разработал акад. Д.К. Беляев, изучавший генетические аспекты доместикации лисиц. Не исключено, что дестабилизирующий отбор действует и в природе при смене адаптивных зон.

Нужно отметить, что в природных популяциях перечисленные формы отбора практически не встречаются в чистом виде. Обычно наблюдается сложное взаимодействие форм отбора.

Отрицая естественный отбор как движущую силу эволюции, противники СТЭ настаивают на невозможности одновременного случайного объединения в одном органе множества мелких признаков. Тогда часть признаков должна появляться на основе макромутаций (например, в эволюционных преобразованиях артериальной системы позвоночных), а часть – на основе некоторых мифических «твердых законов». Естественный отбор рассматривается как фактор, тормозящий эволюцию.

Для понимания творческой роли естественного отбора необходимо рассматривать организм не как сумму признаков, не как последовательность стадий онтогенеза, а как единое целое. Точно также орган необходимо рассматривать не как набор его компонентов, а как единое целое, причем, орган нельзя отделять от его функции.

Адаптация – это способность организмов существовать и оставлять потомство в данной среде.

Адаптация характеризуется жизнеспособностью, конкурентоспособностью, фертильностью организмов.

Жизнеспособен такой организм, который нормально развивается в типичной для него среде.

Конкурентоспособность – способность организмов выдерживать борьбу за самые разные средства жизни (пищу, место обитания и размножения, партнера для спаривания).

Фертильность – способность особей к нормальному размножению.

С эволюционной точки зрения важна классификация адаптаций по происхождению, принадлежности к разным аспектам среды, масштабу.

Принцип классификации	Группа адаптаций
по происхождению	возникающие преадаптивным, комбинативным и постадаптивным путями
принадлежность к разной среде	генотипические, популяционно-видовые, биоценотические
по эволюционному масштабу	специализированные и общие
по длительности сохранения в онтогенезе	кратковременные, повторяющиеся, постоянные
по характеру возникающих изменений	упрощающие, усложняющие и сохраняющие строение систем и уровень сложности

Эти характеристики составляют исторически выработанную отбором адаптивную норму реакции, т.е. являются результатом эволюции.

Различают адаптации: организменные и видовые. К организменным относятся:

- морфологические (криптическая, апосематическая, маскировка);
- физиологические (динамические и статические);
- биохимические, охватывают все биохимические процессы, составляющие основу жизни;
- этологические, включают в себя многообразие форм поведения, направленных на выживание организмов.

К видовым относятся:

- конгруэнции (репродуктивная, трофическая, топическая, конституциональная);
- мутабельность, характеризуется способностью вида к мутациям в определенную единицу времени;
- численность и оптимальная плотность;
- внутривидовой полиморфизм, связан с наличием нескольких признаков выгодных для популяции.

Современная теория эволюции показывает, что вне приспособления в живой природе не существует никакой структуры, никакой внутренней целесообразности в строении, как отдельных организмов, так и целых видов.

Литература основная: 1,2,3.

Литература дополнительная: 7,8,16,25,27.

Лекция № 5. Вид и видообразование (2 часа).

План:

1. Понятие вида. Современная биологическая концепция политипического вида.
2. Критерии вида (морфологический, физиолого-биохимический, эколого-географический, репродуктивный).
3. Структура вида.
4. Видообразование.

В биологии существует несколько подходов к определению понятия «вид».

В основе типологической концепции вида лежат представления о существовании объективных различий между группами особей по ряду существенных признаков, то есть признаков, характерных для одного вида и отсутствующих у других видов. Вид – это нечто отличное, нечто иного сорта (в этом случае можно говорить о видах учебной деятельности, о видах минералов; не случайно русскому слову вид соответствует латинское species).

С типологической точки зрения, вид – это совокупность особей, сходных между собой, населяющих определенный ареал, способных скрещиваться между собой, давать плодовитое потомство, похожее на родителей и

отличающихся по ряду существенных признаков от других подобных совокупностей.

Основы типологической концепции вида были разработаны К. Линнеем. Линнеевский вид – это вид совершенный и неизменный, т.е. не способный эволюционировать; это идеальный вид, которому соответствует понятие «эйдос» (идея). Типологическая концепция вида лежит в основе всей систематики: вид – это основная единица систематики, минимально возможный совершенный таксон.

Систематика – это наука, которая описывает группы организмов, дает им названия и классифицирует их; иначе говоря, систематика изучает многообразие организмов.

Таксономия – это раздел систематики, посвященный принципам, методам и правилам классификации.

Таксоном называется целостная (полная) группа реально существующих организмов. Таксонам соответствуют таксономические, или систематические категории, образующие иерархическую систему. Например, просто «класс» – это систематическая категория, а «класс Млекопитающие» и «класс Птицы» – это таксоны.

Различают совершенные и несовершенные таксоны. Совершенные таксоны – это генетически закрытые системы, между которыми в норме невозможен обмен генетическим материалом (роды, семейства, порядки, классы, отделы). В составе совершенного таксона все особи обладают признаками этого таксона. Несовершенные таксоны – это генетически открытые системы, которые в норме могут обмениваться генами, например, близкие подвиды, разновидности и формы. В составе несовершенного таксона не все особи, а лишь большая их часть обладает признаками данного таксона.

Принадлежность особей к тому или иному виду определяется на основании ряда критериев. Критерии вида – это разнообразные таксономические признаки, которые характерны для одного вида, но отсутствуют у других видов. При выделении видов с позиций типологической концепции в первую очередь учитываются морфологические особенности, и выделенные на основании морфологического критерия виды часто называются морфологическими видами, или морфовидами. Подразумевается, что особи, принадлежащие к одному виду, относительно однородны по анатомическому строению и четко отличаются от особей других видов.

Заметим, что при выделении видов многое зависит от интуиции: «Вид – это то, что систематик считает видом» (Кронквист). Объем видов неодинаков в систематике прокариот, низших эукариот, высших и низших растений, грибов, позвоночных и беспозвоночных животных.

Рассмотрим классификации видов на основании некоторых критериев

1. классификация видов по площади видового ареала.

а. виды-космополиты, встречающиеся практически во всех биогеографических областях Земли. Чаще всего это синантропные виды (подорожник большой, пастушья сумка, комнатная муха, серая крыса).

б. широкоареальные виды, населяющие территории целых биогеографических царств, областей, провинций. Например, циркумбореальным ареалом характеризуются волки, лисы, медведи.

в. узкоареальные виды-эндемики, ограниченные в своем распространении небольшой географической областью.

Различают палеоэндемики и неоэндемики. Палеоэндемики, или реликты – это виды с ограниченным современным распространением, но населявшие в прошлом обширные территории (например, гинкго и метасеквойя в Западном и Центральном Китае, секвойя в Калифорнии, латимерия в р-не Коморских островов, утконос в Австралии и Тасмании). Неоэндемики – это молодые прогрессивные формы, возникающие на недавно изолированных территориях – островах, горных районах, водоемах. Например, в биоте оз. Байкал около 75% видов-эндемиков: байкальская нерпа, байкальский омуль, 2 вида голомянок, ~ 50 видов бычков, ~ 250 видов бокоплавов, ~ 80 видов планарий, множество эндемичных полихет, моллюсков и др. Отметим, что видовое разнообразие выше у малоподвижных форм.

2. классификация видов по экологической валентности

а. эврибионтные виды с широким экологическим спектром, населяющие различные местообитания (сосна). Характеризуются сплошным ареалом и более или менее равномерным распределением плотности популяций.

б. стенобионтные виды с узким экологическим спектром, населяющие строго определенные местообитания; это узкоспециализированные виды, симбионты и паразиты.

3. классификация видов по подвижности особей.

а. малоподвижные или сидячие формы с ограниченной способностью к расселению (например, при отсутствии личинки, обеспечивающей расселение – паренхимулы, планулы, трохофоры). Популяции подобных видов называются «вязкими».

б. организмы, подвижные во взрослом состоянии или имеющие личиночные стадии, способные к расселению. Популяции подобных видов называются «текучими».

4. монотипические и политипические виды

а. концепция монотипического вида основана на представлении о существовании единого типа вида. Тип вида представляет собой коллекционный экземпляр (голотип), на основании которого выполнено первое описание вида, и который хранится в гербарии или зоологическом музее. Реально существующие организмы могут несколько отличаться от типового экземпляра, тогда отличия рассматриваются как отклонения от нормы, вариации. Монотипический вид – это идеальный вид для ученого-систематика. Примерами монотипических видов являются островные виды-эндемики или узкоспециализированные (стенобионтные) виды.

б. концепция политипического вида основана на представлении о существовании нескольких типов вида. Все выделенные типы должны быть представлены соответствующими коллекционными экземплярами. Политипический вид неоднороден по всем критериям и представляет собой

систему несовершенных таксонов. Виды с более или менее широким ареалом характеризуются сложной таксономической, экологической и хорологической (пространственной) структурой.

Часто в состав рода входят и политипические виды с широким ареалом, и монотипические виды-эндемики. Например, кольчатая нерпа – это широкоареальный политипический вид; кольчатая нерпа распространена в умеренных и холодных водах Атлантического и Тихого океанов и циркумполярно в Северном Ледовитом океане, образуя подвиды (например, ладожская нерпа, балтийская нерпа и другие). В то же время, байкальская и каспийская нерпы – это самостоятельные монотипические виды-эндемики.

По площади видового ареала и по экологической валентности можно выделить несколько комбинаций групп видов: эврибионты-эндемики (байкальская нерпа), стенобионты-эндемики (байкальские холодолюбивые беспозвоночные), эврибионты с широким ареалом (волки, лисы), стенобионты с широким ареалом (многие мхи), виды с промежуточным положением в системе «ареал–местообитание» (дуб, ель).

В недалеком прошлом для характеристики видов с различным уровнем изменчивости использовались термины «жорданон» и «линнеон» (предложены голландским ботаником Яном Лотси в 1916 г.). Жорданон – это группа организмов, крайне сходных в морфологическом, экологическом и генетическом отношении, способных константно сохранять свои признаки в культуре. Термин «жорданон» предложен в честь франц. ботаника Алексиса Жордана. Каждую наследственную форму, выделенную хотя бы по одному признаку, Жордан считал далее неразложимым «настоящим», «элементарным», идеально монотипическим видом. Например, в пределах вида *Draba vernalis* (крупка весенняя) Жордан выделил 150 константных форм. Линнеон – это группа организмов, сходных между собой (но не идентичных) в морфологическом, экологическом и генетическом отношении. Термин «линнеон» предложен в честь К. Линнея. По представлениям Лотси, линнеон можно разложить на множество «элементарных видов», константных форм, или жорданонов. Такое разложение видов («видодробительство») было характерно для XIX века, но иногда подобный подход к выделению видов встречается и в наше время.

Унипарентальные организмы – это формы, у которых отсутствует регулярное половое размножение с перекрестным оплодотворением, т.е. для воспроизведения которых не требует наличия двух родителей. К унипарентальным организмам относятся агамные формы (размножающиеся вегетативным путем или споровым путем), облигатно-партеногенетические и самооплодотворяющиеся формы. У таких форм вид определяется как система близких биотипов, населяющих определенное пространство, занимающих сходные экологические ниши и связанные общностью эволюционных судеб. Такие виды (agamospecies) характерны для всех прокариот, многих низших эукариот (эвглена, хлорелла...), лишайников, дейтеромицетов, растений–апомиктов (манжетки, ястребинки...) и даже позвоночных (некоторые рыбы и амфибии).

При изучении вымерших групп организмов выделение видов возможно только при обнаружении большого количества хорошо сохранившихся фоссилий, например, у фораминифер, плеченогих, трилобитов, динозавров. При неполноте палеонтологической летописи многим находкам присваиваются внетаксономические статусы (археоптерикс, питекантроп). Для обозначения видов в палеонтологии часто используются термины «филум» или «фратрия». Этим терминам соответствуют определенные участки филогенетического ствола. При этом палеонтологические виды не всегда эквивалентны современным (неонтологическим) видам.

Концепция биологического вида

Эволюционирующий вид должен представлять собой последовательность поколений. Однако такой подход носит теоретический характер и малоприменим для практики. Поэтому понятие эволюционирующего вида подменяется понятием биологического вида.

Биологическая концепция вида построена на критерии репродуктивной изоляции.

Концепция одномерного (безмерного) вида. Эта концепция пригодна для разграничения совместно обитающих (симпатрических) видов. Если две сосуществующие популяции не скрещиваются между собой, то они принадлежат к разным видам. Итак, главное в данной концепции – нескрещиваемость.

Концепция многомерного вида. Эта концепция используется для объединения в один вид пространственно изолированных (аллопатрических) популяций. Главное в данной концепции – единство этих популяций, то есть вид рассматривается как система потенциально скрещивающихся популяций, эволюционные судьбы которых тесно связаны в генетическое и экологическое единство. Такой вид принципиально неоднороден по всем критериям: изменчивость является нормой, а тип – среднестатистической абстракцией.

Видообразование

Видообразование – это качественный этап эволюционного процесса. Это означает, что образованием видов завершается микроэволюция и начинается макроэволюция.

Микроэволюцию можно рассматривать как эволюцию популяций – открытых генетических систем, способных обмениваться генетическим материалом, а макроэволюцию – как эволюцию совершенных таксонов – закрытых генетических систем, которые не способны обмениваться генами в естественных условиях. Вид занимает промежуточное положение между открытыми и закрытыми генетическими системами, поэтому биологический вид можно рассматривать как устойчивую генетическую систему, эволюционирующую относительно независимо от других подобных систем.

В то же время биологический вид представляет собой основную единицу сообщества, поскольку именно виду соответствует собственная экологическая ниша.

Таким образом, для понимания сущности видообразования необходимо рассмотреть его популяционно-генетические и экологические аспекты.

Видообразование – это сложный, не изученный до конца процесс. Известно множество механизмов образования новых видов. Но в любом случае новый вид должен отличаться от материнского или сестринского вида хотя бы некоторыми наследуемыми признаками и, следовательно, хотя бы некоторыми аллелями. Таким образом, в ходе видообразования исходный набор аллелей должен быть замещен новым набором аллелей.

Согласно общепринятой точке зрения, в основе видообразования лежит принцип дивергенции. В результате дивергенции увеличивается число видов.

Дивергенция (от лат. *divergo* – отклоняюсь, отхожу) – это расхождение признаков организмов в ходе эволюции разных групп (филетических линий), возникших от одного предка. Дивергенцией называют также разделение в процессе эволюции единого таксона на два или несколько. Термин «дивергенция признаков» введен Ч. Дарвином (1859).

В больших стационарных популяциях (мегапопуляциях) видообразование затруднено. Например, в средней полосе европейской части России многие роды высших растений и крупных животных представлены или одним видом (ель, сосна, дуб, лещина; липа, медведь, волк, лиса, белка...), или немногими видами (березы пушистая и бородавчатая; заяц-беляк и заяц-русак...). Это связано с тем, что при большой и постоянной численности популяций элементарные эволюционные факторы практически не действуют.

Таким образом, для начала видообразования исходная большая популяция (мегапопуляция) должна быть разделена на множество малочисленных изолированных популяций (дробление крупных популяций на множество мелких, или островных популяций называется инсуляризацией). Такая изоляция является первичной и носит случайный характер.

Существует несколько типов первичной изоляции, которым соответствуют разные формы видообразования:

1. пространственная, или географическая – формируются изолирующие барьеры в виде горных цепей, водных преград, перешейков, ледников, пустынь и т.д. Этот тип изоляции является универсальным для всех видов. Пространственная изоляция приводит к географическому, или аллопатрическому видообразованию (алло – разный, патриа – родина).

2. экологическая – формируются изолирующие барьеры в виде разрывов между экологическими нишами. Этот тип изоляции характерен для паразитических, узкоспециализированных и малоподвижных видов. Экологическая изоляция приводит к экологическому, или симпатрическому видообразованию (сим – вместе, патриа – родина).

3. генетическая – формируются изолирующие барьеры в виде хромосомных и геномных мутаций. Этот тип изоляции характерен для растений (при полиплоидизации) и некоторых животных (при хромосомных перестройках и анеуплоидизации). Генетическая изоляция приводит к генетическому, или парапатрическому видообразованию (пара – около, патриа – родина).

Каждая изолированная популяция обладает собственной эволюционной судьбой, то есть эволюционирует независимо от других популяций. Эволюция таких популяций включает три группы процессов.

В первую очередь происходит дивергенция популяций по непосредственно адаптивным признакам, которые определяют (лимитируют) само существование популяции в данных условиях. При этом в каждой популяции действует собственное давление движущего отбора. Например, в популяции, обитающей на равнине, сохраняется только аллель, обеспечивающий покровительственную окраску, а в горной или низкоширотной популяции – аллель, обеспечивающий черную окраску (как средство защиты от избыточного ультрафиолета). Этот начальный этап видообразования протекает сравнительно легко и быстро (за десятки поколений), что связано с рядом обстоятельств:

- от непосредственно адаптивных признаков зависит само существование популяции;

- исходная популяция могла быть изначально полиморфной по адаптивным признакам;

- репродуктивная изоляция на данном этапе не возникает;

- численность популяции на этом этапе может быть любой.

Если популяции достаточно малы, то в каждой из них происходит накопление адаптивно нейтральных мутаций. Эти процессы определяются действием ЭЭФ, отбор в этом случае играет вспомогательную роль (ясно, что мутации, заметно снижающие приспособленность организмов, будут отсеиваться отбором). При длительной первичной изоляции возможно полное замещение исходных аллелей новыми вариантами. Такое изменение в генофондах популяций создает предпосылки для возникновения межпопуляционной посткопуляционной изоляции (например, возникают хромосомные наборы или иммунные системы, совместимые при скрещивании особей из одной популяции, но не совместимые при скрещивании особей из разных популяций). Дивергенция по указанным признакам происходит далеко не всегда: известны виды, которые различаются по многим критериям, но в искусственных условиях успешно скрещиваются и дают полноценное потомство, например, зубры и бизоны, различные виды птиц, многие растения. Данный этап видообразования наименее изучен, поскольку требует очень длительной и неоднократной изоляции малых и сверхмалых популяций – именно в этих случаях срабатывает «эффект бутылочного горлышка».

В изолированных популяциях создаются предпосылки для прекопуляционной изоляции. Например, в одной популяции сроки размножения смещаются на начало весны, а в другой – на начало лета. Дивергенция по таким признакам происходит как под воздействием элементарных эволюционных факторов (то есть совершенно случайно), так и под воздействием движущей формы отбора (то есть закономерно). При этом не обязательна полная элиминация (утрата) исходных аллелей. Рассматриваемый этап видообразования протекает сравнительно быстро (за десятки и сотни поколений) в популяциях любого размера.

На этом этапе видообразования, требующие обязательной изоляции популяций, завершаются. Для завершения видообразования требуется устранение первичной изоляции. Например, при географическом видообразовании исчезают преграды в виде водных пространств, перешейков, ледников, пустынь и т.д. Процесс объединения ранее изолированных популяций иногда называют вторичной интерградацией (подробнее этот термин будет рассмотрен ниже).

В смешанной популяции существуют предпосылки для репродуктивной изоляции. Если скрещиваются особи из разных популяций, то их аллели не смогут перейти в последующие поколения из-за посткопуляционной изоляции, возникшей случайным образом в изолированных популяциях. В результате аллели, способствующие скрещиванию особей из сестринских популяций, будут элиминироваться из смешанной популяции, а аллели, препятствующие такому скрещиванию, будут сохраняться. Таким образом, заключительные этапы видообразования протекают при участии дизруптивного отбора по признакам, определяющим прекопуляционную изоляцию. Процессы, направленные на предотвращение межвидовой гибридизации в природных условиях, иначе называются «процессами Уоллеса».

В результате смешанная популяция окончательно распадается на популяции, которые уже могут считаться популяциями разных видов. В простейшем случае исходный вид дает начало вееру сестринских видов. На практике ситуация оказывается более сложной, например, возможно сохранение исходного вида, а дочерние виды могут возникать как одновременно (параллельно), так и последовательно.

Вновь образовавшиеся симпатрические виды вступают в жесткие конкурентные отношения между собой, поскольку они происходят непосредственно от одного предка (сестринские виды, виды-сисбсы) и, следовательно, их экологические ниши сходны, и в этом случае вступает в игру принцип конкурентного исключения (принцип Гаузе).

Формирование экологической ниши нового вида, его «встраивание» в новое сообщество – сложный и мало изученный (даже в теоретическом отношении) процесс. Возможны следующие результаты конкурентной борьбы между зарождающимися сестринскими видами.

1. менее конкурентоспособные виды вымирают, не успев полностью сформироваться. Из множества зарождающихся видов остается один, наиболее конкурентоспособный. В результате создается иллюзия линейной филогенетической эволюции, или эволюции путем анагенеза.

2. менее конкурентоспособные виды оттесняются на периферию географического ареала, образуя периферийные изоляты в неблагоприятных условиях, где снижен уровень конкуренции (горы, тундры, болота, пустыни и т.п.). На практике такие вторичные изоляты трудно отличить от первичных изолятов, которые возникают в результате действия первичной изоляции на первом этапе видообразования.

3. менее конкурентоспособные виды «уходят» в другую адаптивную зону. Например, морские виды переходят к обитанию в пресных водах и почве;

наземно-воздушные виды «возвращаются» в водную среду обитания, переходят к обитанию на открытых пространствах, к обитанию в почве, в других организмах. Для ухода в другую адаптивную зону необходимо наличие преадаптаций, т.е. организмы должны быть заранее приспособлены к обитанию в новых условиях. Если преадаптации носят характер ароморфозов, то наблюдается адаптивная радиация. Например, предковые формы млекопитающих, благодаря целому комплексу ароморфозов дали начало множеству групп, завоевавших все мыслимые адаптивные зоны: древесно-лазающие растительноядные (белки, приматы), древесно-лазающие хищные (куницы), наземно-лесные растительноядные (лоси, косули), наземно-лесные хищные (волки), наземные обитатели открытых пространств (лошади), подземные (кроты, слепыши), околородные и полуродные (ластоногие), водные (китообразные, летающие (рукокрылые), обитатели переходных местообитаний (лисы, зайцы, кабаны) и т.д. Адаптивная радиация тесно связана с действием дизруптивного отбора.

4. при более или менее равной конкурентоспособности происходит диверсификация (тонкая дифференцировка) экологических ниш – симпатрические популяции сестринских видов «возвращаются» в ту адаптивную зону, в которой сформировались их адаптации, к которой они приспособлены лучше всего; в данном случае также действует дизруптивный отбор, и усиливаются межвидовые различия по экологическим критериям;

5. при более или менее равной конкурентоспособности, но невозможности диверсификации экологических ниш «на месте» (например, при высокой экологической однородности среды или при ограниченности ресурсов) происходит дифференцировка географических ареалов: каждый вид «возвращается» в тот популяционный ареал, где происходило его становление. Дифференцировка географических ареалов, очевидно, связана как с адаптацией видов к тем почвенно-климатическим факторам, под воздействием которых они сформировались, так и с тем, что автохтонные (т. е. сформировавшиеся в данной местности) виды при исходно высокой плотности механически «не пускают» к себе конкурентов. Дифференцировка географических ареалов связана с образованием надвидов животных и рядов (серий) видов у растений.

Незавершенное видообразование и гибридогенез

Объединение изолированных и дивергировавших популяций далеко не всегда приводит к завершению видообразования. В частности, видообразование нельзя считать завершенным, если не возникает полной прекопуляционной или посткопуляционной изоляции. В зависимости от степени дивергенции первично изолированных популяций незавершенность видообразования может проявляться в виде гибридогенеза или образования гибридных зон.

Если в первично изолированных популяциях не произошло дивергенции по признакам, определяющим репродуктивную изоляцию, то при устранении первичной изоляции происходит простое слияние популяций. Процесс объединения ранее дивергировавших популяций называется вторичной интерградацией. Если дивергенция популяций по множеству признаков (кроме признаков, определяющих репродуктивную изоляцию) зашла настолько далеко,

что по большинству критериев их можно считать разными видами, то вторичная интерградация может рассматриваться как процесс образования нового вида путем гибридогенеза.

При неполной репродуктивной изоляции, при перекрывании географических ареалов (для аллопатрических популяций) или экологических ниш (для смежно-симпатрических и биотически-симпатрических популяций) возможно образование гибридных зон. Гибридная зона – часть эколого-географического пространства, в которой возможно образование межвидовых гибридов (например, гибриды черной и серой вороны, зайца-беляка и зайца-русака, соболя и куницы, тетерева и глухаря, разных видов лягушек и многие другие). Такие межвидовые гибриды характеризуются пониженной жизнеспособностью и (или) пониженной плодовитостью.

На формирование современных видов животных и растений Палеарктики (в том числе, и России) большое влияние оказала неоднократная изоляция популяций в эпоху плейстоценовых оледенений. Наступающий ледник расчленял большие популяции на множество малых изолированных популяций, в каждой из которых протекали собственные микроэволюционные процессы. В периоды потеплений изолированные популяции вновь объединялись. Таким образом, неоднократно создавались условия для видообразования.

В Северной Америке горные цепи (Скалистые горы, Аппалачи) ориентированы (суб)меридионально, поэтому ледник продвигался почти до 40-й параллели. В результате большинство доледниковых популяций было уничтожено, и современная биота Северной Америки в значительной мере сложилась в результате миграции Евразийских видов через Берингов мост. В то же время, на юге Северной Америки сохранились и доледниковые группы организмов, даже такие древние как опоссумы.

В Африке на формирование наземной части биоты значительное влияние оказала изоляция популяций при изменении соотношения между лесами и безлесными пространствами. Заметный вклад в видообразование внесли также изменения границ пустынь в Южной Африке. Кроме того, в Юго-Восточной Африке сложилась уникальная система полуизолированных озер (Танганьика, Ньяса, Виктория), которые характеризуются исключительно высоким числом эндемичных видов.

В Австралии формирование современных видов происходило, в основном, под влиянием границ пустынь (пустыня Виктория, Большая песчаная пустыня).

В Южной Америке плейстоценовые изменения климата не способствовали инсуляризации крупных популяций, поэтому современная биота этого региона в значительной степени представлена доледниковыми формами, в т.ч. сумчатыми.

Незавершенное видообразование

При незавершенном видообразовании сохраняется возможность вторичной интерградации. Однако на практике это оказывается маловероятным. Например, большие синицы (сборный вид *Parus major*) представлены в настоящее время рядом форм видового ранга: *major* (большая синица, типичный подвид), *cinereus* (серая синица), *minor* (малая, или дальневосточная),

bokharensis (бухарская). При этом в зонах интерградации существуют гибриды большая × серая, малая × серая, но большая и малая между собой не скрещиваются. Вероятно, перечисленные формы ведут происхождение от древних недифференцированных групп, проникших из Юго-Восточной Азии в Центральную Азию в период господства влажных вечнозеленых лесов. С началом опустынивания и исчезновения остатков Тетиса возникла изоляция между предками современных форм. Однако возникшие изоляты не были настолько малочисленными, чтобы между ними случайно возникла посткопуляционная (постзиготическая) изоляция.

Подобная ситуация наблюдается в цепи подвидов больших чаек (род *Larus*). Большие чайки (род *Larus*) населяют территории и акватории субарктической и бореальной зон вокруг Северного полюса. Вероятно, эта группа птиц сформировалась в районе Берингии. В ледниковое и послеледниковое время эти птицы расселялись на восток и на запад, образуя сложную цепь подвидов (популяций): 1 – *argentatus*; 2 – *argenteus*; 3 – *smithsonianus*, 4 – *thageri*, 5 – *leucopterus*; 6 – *vegae*; 7 – *birulae*; 8 – *taimyrensis*; 9 – *antileus*, 10 – *mongolicus*; 11 – *cachinnans*; 12 – *ponticus*; 13 – *omissus*; 14 – *armenicus*; 15 – *michahelles*, 16 – *atlantis*, 17 – *britannicus*; 18 – *intermedius*; 19 – *fuscus*; 20 – *californicus*. Крайние звенья трех цепей популяций – серебристая чайка, клуша и хохотунья – населяют побережье Северо-западной Европы. Они не скрещиваются в естественных условиях, т. е. ведут себя как хорошие виды. Однако в кругополярной цепи подвидов эти крайние звенья соединены друг с другом подвидами, скрещивающимися и образующими непрерывные переходы между звеньями. В настоящее время при выделении видов больших чаек используется анализ аминокислотного состава их белков: на основании биохимического критерия выделено 4 вида чаек, причем, границы этих «хемовидов» не совпадают с границами морфовидов.

Видообразование и адаптиогенез

Проблема видообразования и адаптиогенеза существует со времен выхода в свет «Происхождения видов...». Ч. Дарвин подробно проанализировал формирование адаптаций путем естественного отбора, но он не рассматривал причины возникновения репродуктивной изоляции между видами.

Известно, что близкие виды обычно различаются по селективно нейтральным признакам; грубо говоря, тильда 90% видовых признаков не носит адаптивного характера. Поэтому в настоящее время признается, что видообразование и адаптиогенез – это тесно связанные, но совершенно различные процессы. Адаптиогенез – это закономерный и, в известной мере, прогнозируемый процесс, протекающий, в первую очередь, под воздействием различных форм естественного отбора. Видообразование – это процесс в значительной мере, стохастический, случайный, непредсказуемый. Ведущая роль в видообразовании принадлежит небиологическим факторам (космическим, климатическим, геологическим) и элементарным эволюционным факторам; естественный отбор при этом играет вспомогательную роль.

Видообразование и биоразнообразие

Случайная фиксация селективно-нейтральных аллелей группы В возможна в результате дрейфа генов лишь в очень малых популяциях. Но в таких популяциях случайным образом фиксируются и селективно-нейтральные аллели других генов, что должно существенно снижать уровень генетического полиморфизма. Установлено, что ледники оказали заметное влияние на структуру популяций некоторых видов рыб, например, тихоокеанских лососей. В частности, современные популяции кижуча характеризуются низким уровнем полиморфизма. Это связано с тем, что во время позднеплейстоценовых оледенений происходило значительное сокращение численности одних и полное уничтожение других популяций лососей, в том числе и кижуча. Сохраниться популяции могли в некоторых речных системах (рефугиях), откуда после прекращения ледникового периода кижуч во время морских миграций расселялся в соседние реки и восстанавливал свою численность. Снижение численности кижуча из-за неблагоприятного влияния периода (-ов?) оледенения и сохранение его нерестилищ только в определенных реках обусловило прохождение популяций сквозь "бутылочное горлышко". Во время этого процесса произошло обеднение общей генетической изменчивости и усиление дрейфа генов в выживших локальных популяциях.

Однако в большинстве случаев популяции современных видов характеризуются высоким уровнем генетического полиморфизма. Следовательно, реальные механизмы формирования посткопуляционной изоляции значительно сложнее, чем рассмотренные выше. Несомненно, рассмотренная модель должна более подробно описывать этапы симпатрического и парапатрического видообразования в разных группах растений и животных.

Проблемы эволюции видов с низким уровнем разнообразия

По уровню внутривидового разнообразия можно выделить две крайние группы видов: с высоким и низким уровнем внутривидового полиморфизма. Первая группа – это политипические эврибионтные виды с широким ареалом и сложной внутривидовой структурой, с высоким уровнем внутривидовой и межпопуляционной изменчивости. Вторая группа – это эндемики с низким уровнем изменчивости. Очевидно, что первая группа видов обладает высоким эволюционным потенциалом, т.е. может дать начало множеству новых видов (а в дальнейшем и таксонам более высокого ранга). Вторая группа характеризуется низким эволюционным потенциалом; вероятность того, что она даст начало новым видам (а тем более таксонам более высокого ранга), значительно

Литература основная: 1,2,3.

Литература дополнительная: 13,15,19,28,29.

Лекция № 6. Макроэволюция и ее закономерности (2 часа).

План:

1. Определение понятия «макроэволюция».
2. Соотношение процессов макроэволюции и микроэволюции.
3. Пути макроэволюции.

4. Проблема происхождения таксонов. Принципы монофилии и полифилии.
5. Способы филогенетического преобразования органов. Гомология и аналогия органов.

Выделяют два уровня эволюции разного масштаба, которое в первой половине 20 века было закреплено терминологически. Внутривидовой уровень эволюции был назван микроэволюцией, надвидовой – макроэволюцией.

Макроэволюция – это совокупность эволюционных преобразований живых форм, протекающих на надвидовом уровне, т.е. после установления практически полной межвидовой изоляции, и ведущих к образованию родов, семейств, отрядов и таксонов более высокого ранга.

Надвидовая макроэволюция может приводить к морфофизиологическому прогрессу (арогенезу), к идиоадаптации (алломорфозу и специализации) или к морфологическому регрессу (общей дегенерации, или катаморфозу).

Объектом изучения в макроэволюции являются филогенетические изменения признаков особей как представителей определенного филума. При этом признаки любой особи могут быть естественным образом разделены на категории, соответствующие иерархии таксонов, к которым данная особь принадлежит.

Соотношение макро- и микроэволюции описывается как сводимость первой ко второй, причем под сводимостью понимается единство факторов и механизмов обеих форм (уровней) эволюции, хотя у отдельных авторов нет четкости в понимании содержания данного понятия.

Например, по мнению А.В. Яблокова и А.Г. Юсуфова (1989), между микро- и макроэволюцией нельзя провести принципиальную грань. Процесс микроэволюции, вызывающий первичную дивергенцию популяций, продолжается без какого-либо перерыва и на макроэволюционном уровне внутри вновь возникших форм, которые в этом случае оказываются агентами межвидовой конкуренции. Но эти новые конкурентные отношения могут повлиять на дальнейшие эволюционные события, лишь изменяя давление и направление действия элементарных эволюционных факторов, т.е. через микроэволюционный процесс. Поэтому анализ процессов макроэволюции в принципе может быть приведен исходя из понятий и закономерностей, известных из учения о микроэволюции, и отсутствие принципиальных процессуальных различий на этих уровнях дает возможность рассматривать их как «две стороны единого эволюционного процесса».

Макроэволюция представляет собой обобщенную картину эволюционных преобразований. Только на уровне макроэволюции обнаруживаются общие тенденции, направления и закономерности эволюции органического мира.

В течение второй половины XIX – первой половины XX века на основании многочисленных исследований закономерностей эволюционного процесса были сформулированы основные правила (принципы) эволюции (эти правила носят ограниченный характер, не имеют универсального значения для всех групп организмов и не могут считаться законами).

1. правило необратимости эволюции, или принцип Долло (Луи Долло, бельгийский палеонтолог, 1893): исчезнувший признак не может вновь появиться в прежнем виде. Например, вторично-водные моллюски и водные млекопитающие не восстановили жаберного дыхания.

2. правило происхождения от неспециализированных предков, или принцип Копса (Эдуард Коп, американский палеонтолог-зоолог, 1904): новая группа организмов возникает от неспециализированных предковых форм. Например, неспециализированные насекомоядные (типа современных тенреков) дали начало всем современным плацентарным млекопитающим.

3. правило прогрессирующей специализации, или принцип Депенера (Ш. Депенер, палеонтолог, 1876): группа, вступившая на путь специализации, в дальнейшем развитии будет идти по пути все более глубокой специализации. Современные специализированные млекопитающие (Рукокрылые, Ластоногие, Китообразные), скорее всего, будут эволюционировать по пути дальнейшей специализации.

4. правило адаптивной радиации, или принцип Ковалевского-Осборна (В.О. Ковалевский, Генри Осборн, американский палеонтолог): группа, у которой появляется, безусловно, прогрессивный признак или совокупность таких признаков, дает начало множеству новых групп, формирующих множество новых экологических ниш и даже выходящих в иные среды обитания. Например, примитивные плацентарные млекопитающие дали начало всем современным эволюционно-экологическим группам млекопитающих.

5. правило интеграции биологических систем, или принцип Шмальгаузена (И.И. Шмальгаузен): новые, эволюционно молодые группы организмов вбирают в себя все эволюционные достижения предковых групп. Например, млекопитающие использовали все эволюционные достижения предковых форм: опорно-двигательный аппарат, челюсти, парные конечности, основные отделы центральной нервной системы, зародышевые оболочки, совершенные органы выделения (тазовые почки), разнообразные производные эпидермиса и т.д.

6. правило смены фаз, или принцип Северцова-Шмальгаузена (А.Н. Северцов, И.И. Шмальгаузен): различные механизмы эволюции закономерно сменяют друг друга. Например, алломорфозы рано или поздно становятся ароморфозами, а на основе ароморфозов возникают новые алломорфозы. В дополнение к правилу смены фаз Дж. Симпсон ввел правило чередования темпов эволюции; по скорости эволюционных преобразований он различал три типа эволюции: брадителлическую (медленные темпы), горотеллическую (средние темпы) и тахителлическую (быстрые темпы).

Связь между микроэволюцией и макроэволюцией отражена в законе гомологических рядов.

Термин «филогенез», или «филогения» используют для обозначения исторического развития живых организмов: как всего органического мира Земли, так и отдельных таксонов (от царств до видов). Термин «филогенез» ввел Э. Геккель в 1866 г.

Выражение «филогенетические преобразования» следует понимать как преобразования в ходе исторического развития группы организмов.

Геккель предложил использовать для исследования филогенеза метод тройного параллелизма – сопоставление данных палеонтологии, сравнит, анатомии и эмбриологии. Ныне в филогенетике всё шире используются данные генетики, биохимии, молекулярной биологии, этологии, биогеографии, физиологии, паразитологии. Филогенез большинства групп носит характер адаптивной радиации. Графическое изображение филогенеза – родословное (или филогенетическое) древо. Основная движущая сила, определяющая адаптивный характер филогенетических преобразований организмов, – естественный отбор. Конкретные направления филогенеза ограничиваются исторически сложившимися особенностями генетической системы, морфогенеза и фенотипа каждой конкретной группы. Любые филогенетические преобразования происходят посредством перестройки онтогенезов особей; при этом приспособит, ценность могут иметь изменения любой стадии индивидуального развития. Таким образом, филогенез представляет собой преемственный ряд онтогенезов последовательных поколений.

Филогенез различных групп организмов изучен неравномерно, что определяется разной степенью сохранности ископаемых остатков, древностью данной группы и т. д. Наиболее исследован филогенез позвоночных (особенно высших групп), из беспозвоночных – филогенез моллюсков, иглокожих, членистоногих, плеченогих. Плохо изучен филогенез прокариот и низших растений. Дискуссионной остаётся проблема происхождения различных типов организмов и взаимоотношений между ними.

Типы филогенетических координаций:

1. биологические координации – адаптивный ответ на изменения среды. Биологические координации устанавливаются через функциональную деятельность организма. Примеры: удлинение тела и редукция конечностей у змей, змееобразных ящериц и амфибий. Биологические координации ведут к прогрессирующей специализации, но они могут быть разорваны с приобретением принципиально нового признака. Например, появление плавательного пузыря разрывает координацию между формой тела, формой хвоста и удельным весом тела хрящевых рыб.

2. динамические координации – координации между взаимосвязанными органами. Например, у млекопитающих хорошо развиты и орган обоняния, и обонятельные доли переднего мозга. Динамические координации повышают степень канализации онтогенеза и филогенеза и выражают функциональную обусловленность (коадаптацию) органов и систем органов.

3. топографические координации – выражаются в закономерных изменениях пространственных соотношений между органами, не связанными непосредственной функциональной зависимостью. Пример крупной топографической координации: взаимное расположение нервной трубки, осевого скелета, пищеварительной трубки и сердца у хордовых. Топографические координации определяют общий план строения группы организмов.

Каждый орган неразрывно связан с выполнением определенных функций. Поэтому филогенетические (эволюционные) преобразования органов и функций представляют собой единый процесс.

Функциональные изменения органов основаны на их изначальной мультифункциональности. Например, крылья летучих мышей выполняют функции полета, терморегуляции, осязания, синтеза витамина D, улавливания добычи.

Различают следующие модусы филогенетических преобразований органов и функций.

Количественные функциональные изменения органов

1. расширение функций. Например, уши у слона служат дополнительно органом терморегуляции; кровеносная система выполняет функцию терморегуляции и защитную функцию.

2. сужение функций. Например, конечности лошади утратили лазающую и хватательные функции. Сужение функций часто связано с их иммобилизацией – утрате функций в связи с редукцией органа.

3. интенсификация функций. Например, увеличение переднего мозга привело к формированию второй сигнальной системы; развитие шерстного покрова обеспечило и терморегуляцию, и защиту от физико-химических повреждений. Интенсификация функций часто связана с их активацией – преобразованием пассивного органа в активный. Примеры: втяжные когти кошачьих, подвижные челюсти змей, использование метаболической воды обитателями степей и пустынь.

Качественные функциональные изменения органов:

1. смена функций при специализации органа (Дорн, 1875) – эволюционное преобразование органа, при котором одна из второстепенных функций становится более важной, чем прежняя главная функция. Например, подъязычная дуга висцерального черепа позвоночных последовательно сменила следующие функции: опорно-защитная функция второй пары жаберных дуг у предков рыб, участие в образовании брызгальца у низших рыб (скаты, осетровые, лопатоносы), опора для жаберной крышки у костных рыб, передача звуковых колебаний и глотание у наземных позвоночных. Передние конечности позвоночных преобразуются и в лапы, и в крылья. У цветковых растений лепестки – или видоизмененные трофофиллы, или микроспорофиллы. Возможность смены функций связана с механизмами преадаптации.

2. разделение функций. Например, конечности членистоногих выполняют функции хождения, захвата и измельчения пищи, дыхания и другие; сплошной хвостовой плавник у водных позвоночных дифференцируется на рулевые спинной и анальный плавник и на двигательный хвостовой плавник.

3. фиксация функций. Например, переход от стопохождения к пальцехождению в ходе естественного отбора и замещения ненаследственных изменений наследственными (данный модус не следует путать с ламарковским «законом упражнения и неупражнения»).

В ходе эволюции часто наблюдается субституция – замещение одного органа другим или передача функций от одного органа к другому (от лат.

substituto – ставлю вместо, назначаю взамен). Различают субституцию органов и субституцию функций.

Субституция органов, или гомотопная субституция – замещение в ходе эволюции одного органа другим, занимающим сходное положение в организме и выполняющим биологически равноценную функцию. В этом случае происходит редукция замещаемого органа и прогрессивное развитие замещающего. Так, у хордовых осевой скелет – хорда – замещается сначала хрящевым, затем костным позвоночником. В ряде случаев субституция приводит к появлению аналогичных органов, например, у растений листья (фотосинтезирующие органы) замещаются филлодиями (уплощенными черешками) или филлокладиями (уплощенными стеблями). Термин «субституция органов» введён Н. Клейненбергом (1886).

Субституция функций, или гетеротопная субституция – утрата в ходе эволюции одной из функций (при этом выполнявший её орган редуцируется) и замещение её другой, биологически равноценной (выполняемой другим органом). Так, функция перемещения тела в пространстве при помощи ног (хождение) у змей замещена перемещением при помощи изгибаний позвоночника (ползание); дыхание с помощью жабр (извлечение кислорода из воды) у наземных позвоночных замещено газообменом в лёгких. Термин «субституция функций» введён А. Н. Северцовым (1931).

Субституция тесно связана с принципом компенсации и с редукцией органов. Например, у птиц редукция зубов связана с развитием мускулистого желудка.

Использование морфологических (сравнительно-анатомических, гистологических и др.) методов изучения эволюции основано на простом принципе: глубокое внутреннее сходство организмов может показать родство сравниваемых форм.

Органы с общим планом строения, развивающиеся из сходных зачатков, находящиеся в сходном соотношении с другими органами и выполняющие как сходные, так и различные функции, называются гомологичными. Различные по внешнему виду и функциям конечности млекопитающих состоят из сходных элементов: лопатки, костей плеча, предплечья, запястья, пясти, фаланг пальцев. Во всех случаях сохраняется единый план строения, сходство во взаимоотношении конечностей с остальными органами и онтогенетического развития.

Установление гомологии органов позволяет сделать вывод о родстве исследуемых организмов.

Явление гомологии, или гомологического сходства, необходимо отличать от явления аналогии или аналогичного сходства. Аналогичные органы лишь внешне сходны, что вызвано, как правило, выполнением сходных функций, а не общим происхождением. Для установления родства и выяснения путей эволюции, изучаемых органов эти органы не имеют значения.

Выявление характера сходства (гомология или аналогия) позволяет выяснить пути эволюционного развития, установить родство групп и, может показать направление действия естественного отбора.

Литература основная: 1,2,3.

Литература дополнительная: 7,8,16.

Лекция № 7. Биологический прогресс, биологический регресс (2 часа).

План:

1. Биологический прогресс, критерии и способы его осуществления.
2. Морфофизиологический прогресс (ароморфоз).
3. Частные приспособления в эволюции.
4. Биологический и морфофизиологический регресс. Вымирание и тупики в эволюции.

Вопрос, что принимать за прогрессивное развитие, а что за регрессивное, пыталось разрешить ряд ученых.

Впервые этой проблемой занялся Ж.Б. Ламарк – который выделил два эволюционных процесса:

1. повышение уровня организации (градации) в результате внутренних стремлений к прогрессу;
2. возникновение разнообразия типов организации на каждом уровне под действием среды.

Ч.Дарвин рассматривал прогресс, как неизбежное явление в эволюции природы. Дарвин обозначив причины эволюции, заложив основы для изучения биологического прогресса сам эту проблему четко не выделял.

Противоречие в классическом дарвинизме в понимании прогрессивного развития было разрешено путем учета противоречий и относительности всякого развития в природе. “Основной закон всякого прогресса – в его относительности” Ф.Энгельс.

В 1925 г. оформилось направление в исследовании прогрессивной эволюции благодаря работам отечественного ученого Алексея Николаевича Северцова, который основное внимание уделил результатам различных путей эволюции.

Под **биологическим прогрессом** следует понимать усовершенствование морфофизиологической организации, которая позволяет организмам проникать в новые условия среды.

Прогрессивную эволюцию живой природы в целом называют арогенезом. Большая заслуга А.Н. Северцова состояла в том, что он разделил понятия морфофизиологического прогресса и биологического прогресса.

Биологический прогресс характеризуется процветанием вида или группы в целом.

Морфофизиологический прогресс – заключается в усложнении и усовершенствовании организации.

Северцев выделил три критерия, на основе которых достигается биологический прогресс: 1. увеличение численности особей; 2. расширение ареала (расселение особей в новые места обитания); 3. дифференциация видов на новые внутривидовые формы (видообразование).

Один из главных путей биологического прогресса является ароморфоз.

Прогрессивные усовершенствования морфофизиологической организации Северцев назвал ароморфозами (от лат. - поднимать строения).

Ароморфозы – это адаптации широкого значения, т.е. полезные в самых разнообразных условиях среды, повышающие уровень организации живых организмов. Ароморфозы открывают большие возможности для освоения видами новых, прежде недоступных сред обитания.

Например: приобретение млекопитающими и птицами теплокровности позволило им заселить холодные зоны Арктики и Антарктиды.

Следует отметить, что ароморфозы при их появлении практически не отличаются от обычных адаптаций. И лишь при дальнейшей “шлифовке” естественным отбором, согласовании с многочисленными другими признаками организма и широкого распространения у многих видов они становятся ароморфозами.

Например: появление легочного дыхания у древних обитателей пресных водоемов, не изменило кардинально их образа жизни и уровня организации, но дало возможность для освоения суши – обширной среды обитания многим тысячам видов амфибий, рептилий, птиц и млекопитающих.

Все ароморфозы носят комплексный характер, т.е. все признаки форм взаимосвязаны друг с другом.

Например: появление постоянной температуры тела привело к прогрессивным преобразованиям, нервной, кровеносной и дыхательной систем.

На основе крупных преобразований или адаптаций широкого значения или ароморфозов в ходе эволюции отдельных групп возникает большое количество мелких приспособлений к определенным условиям среды. Такие приспособления Северцев назвал идиоадаптациями (алломорфоз).

Идиоадаптация – это преобразование исходной ароморфной организации соответственно частным условиям среды, т.е. после ароморфного усовершенствования организации развитие может продолжаться на основе специализации ее в частных условиях среды.

Благодаря ароморфным преобразованиям (теплокровность, живорождение и др.) произошло широкое расселение животных в самых разнообразных условиях среды (суше, воде, в воздухе), тем самым возникло множество экологических форм, приспособленных к различным географическим зонам.

При идиоадаптации ароморфные признаки сохраняют свое значение.

Например: для всех видов млекопитающих характерны теплокровность, живорождение, вскармливание потомства молоком.

На основе идиоадаптации сформировалось большое число отрядов и семейств млекопитающих.

Например: хищные, ластоногие, копытные, кошачьи, лошадиные, медвежьи.

Вывод: алломорфная организация характеризуется признаками адаптивными к частным условиям среды, является одним из наиболее распространенных способов биологического прогресса.

Биологический прогресс осуществляется как на основе морфофизиологических усовершенствований, так и благодаря упрощению морфофизиологической организации.

В ряде эволюционных ситуаций, когда окружающая среда стабильна, наблюдается явление общей дегенерации (катаморфоз - от греческого движение вниз).

Общая дегенерация или катаморфоз – эволюционное направление, сопровождающееся упрощением организации.

В результате чего происходит переход в более простые условия жизни, что влечет утрату части имеющихся или бесполезных признаков. Согласно этому прогрессивная эволюция заключается в выживании наиболее приспособленных, а не более высокоорганизованных существ.

Общая дегенерация наблюдается у многих форм организмов и связана в основном с переходом к паразитическому или сидячему образу жизни. Однако важно то, что общая дегенерация не затрагивает кардинальных черт организации данной систематической группы.

Например: ленточные черви паразиты не перестают быть плоскими червями, сакуллина – корнеголовый, паразитирующий на крабе рак сохраняет все черты половой системы представителей класса ракообразных.

Вывод: не смотря на то, что общая дегенерация приводит к значительному упрощению морфофизиологической организации, виды идущие по пути катаморфоза могут увеличивать численность и ареал, т.е. двигаться по пути биологического прогресса.

Таким образом, биологический прогресс может осуществляться благодаря как частным, так и общим приспособлениям организма.

Биологический регресс - явление противоположное прогрессу, поэтому характеризуется обратными по содержанию критериями:

1. снижение численности особей;
2. сужение ареала;
3. постепенное или быстрое уменьшение видового разнообразия группы.

Причины отставание в темпах эволюции группы от скорости изменяющихся условий внешней среды.

Если группа встала на путь биологического регресса – то это определяется уровнем ее адаптивной специализации, чрезмерным развитием одних органов и отставанием других.

И.И.Шмальгаузен выделил направления регрессивной эволюции.

Теломорфоз – специализация организмов, связанная с переходом к узким условиям обитания (колибри, хамелеон).

Гиперморфоз – переразвитое органов нарушение коррелятивных связей (каменноугольный период стрекозы, торфяной олень).

Как при теломорфозе, так и при гиперморфозе быстрая смена условий среды снижает эволюционные возможности группы и приводит к вымиранию.

Причины вымирания: 1. сужение эволюционной пластичности (неспособность перестроиться к быстро меняющимся условиям среды); 2. снижение жизнеспособности (в результате инбридинга); 3. появление

мощного хищника, высокопатогенных микробов, наличие конкурентов, изменение абиотической среды.

Анализируя взаимосвязи прогрессивной и регрессивной эволюции можно выделить некоторые общие закономерности:

1. регрессивные изменения всегда вторичны по отношению к прогрессивным;
2. прогрессивные изменения в одном отношении диалектические связаны с регрессивными изменениями в другом.

Направление эволюции в сторону прогресса сопряжено с упрощением тех признаков, которые оказываются либо ненужными, либо препятствующие дальнейшему прогрессу.

Таким образом, морфофизиологический регресс повышает уровень приспособленности организмов.

Литература основная: 1,2,3.

Литература дополнительная: 8,18.

3.6 ВОПРОСЫ К СЕМИНАРСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Тема: «Микроэволюционные процессы в популяциях» (2 часа).

План:

1. Популяция – элементарная единица эволюции. Типы популяций.
2. Закон Харди – Вайнберга и его биологический смысл.
3. Дрейф генов, волны жизни.
4. Миграция. Роль миграций в поддержании устойчивости видов.
5. Изоляция. Формы изоляции. Эволюционная роль изоляции популяций.

Литература: 1,2,3,5,6,12,13,15,17.

Тема: «Антропогенез» (2 часа).

План:

1. Доказательства животного происхождения человека.
2. Отличие человека от животного, сравнительно – анатомические особенности. Поведение и образ жизни.
3. Этапы антропогенеза.
4. Основные факторы становления человека современного типа.
5. Образование рас. Теория поли - и моноцентризма. Критика расизма и социал – дарвинизма.
6. Современная филетическая эволюция человека.

Литература: 1, 2, 3,5,10,14,18,20,23,27.

3.7 ГЛОССАРИЙ

Адаптация – комплекс морфофизиологических и поведенческих особенностей особи, популяции или вида, обеспечивающий успех в

конкуренции с другими видами, популяциями и особями и устойчивость к воздействиям факторов абиотической среды.

Аллогенез – развитие филогенетической группы внутри одной адаптивной зоны.

Адаптивная зона – комплекс экологических условий в определенной части биосферы, составляющих среду жизни для данной группы организмов.

Аллопатрия – видообразование на периферии ареала исходного вида.

Автономизация развития – уменьшение значения физико-химических факторов внешней среды в индивидуальном развитии в процессе эволюции.

Анаболия – эволюционные изменения на поздних стадиях онтогенеза.

Аналогия, аналогичное сходство – сходство строения разных органов, вызванное не общностью происхождения, а сходством выполняемых функций.

Арогенез – развитие группы с резким расширением адаптивной зоны и выходом в другую адаптивную зону в результате приобретения, каких – то принципиально новых приспособлений.

Ароморфоз – крупные, принципиальные адаптации, приводящие группу на путь арогенеза.

Архаллакис – эволюционное изменение на начальных стадиях онтогенеза.

Атавизм – орган или структура, не несущие каких – либо важных функций для вида, встречающиеся лишь у отдельных особей, но хорошо развитые у предковых форм.

Биогенез – процесс возникновения живого из неживого в эволюции Земли; образование органических соединений живыми организмами; учение, принципиально отрицающее возможность появления живого из неживой материи и утверждающее, что живые существа могут происходить только от себе подобных.

Вид – качественный этап эволюционного процесса, эволюционно-устойчивая генетико–экологическая система.

Видообразование – процесс возникновения новых биологических видов и изменения их во времени.

Волны численности (жизни, популяционные) – присущие всем видам периодичные и не периодичные изменения численности особей в популяциях, возникающие в результате влияния абиотических и биотических факторов, воздействующих на популяцию, ведущие к изменению интенсивности естественного отбора и переменам в генетической структуре популяций.

Вымирание – в широком смысле слова – исчезновение любой группы (вида, рода и т.д.) в процессе эволюции. В узком смысле – исчезновение группы без оставления каких-либо дочерних форм.

Гомология органов – органы с общим планом строения, развивающиеся из исходных зачатков, и могущие выполнять как сходные, так и различные функции.

Дарвинизм – теория эволюции органического мира, основанная на признании естественного отбора главной движущей силой развития живой природы.

Дегенерация – возникновение в процессе эволюции группы более простого строения особей, чем было характерно для предковых групп.

Дивергенция – разделение в процессе эволюции единого таксона на два или несколько.

Динамика популяции – изменение численности, полового и возрастного состава популяции, определяемое внутривидовыми процессами и взаимодействием популяций разных видов.

Древо жизни – отражение эволюционного пути развития группы, ее филогенеза, в виде дерева с ветвями.

Дрейф генов (генетико-автоматический процесс в популяции)- изменение генетической структуры популяции в результате любых случайных причин. Дрейф генов проявляется, как правило, лишь при небольшой численности популяции и ведет к уменьшению наследственной изменчивости в ней.

Естественный отбор – выживание и оставление потомства более приспособленными в данных условиях особями; избирательное сохранение и передача следующему поколению определенных генотипов.

Идиоадаптация – адаптации одного уровня, определяющие приспособления к жизни внутри одной адаптивной зоны.

Изоляция – разобщение (или обособление) особей или их групп друг от друга. Изоляция внутри вида служит одним из важнейших факторов эволюции.

Катастрофизм – учение, основанное на представлениях о сменявшихся в процессе развития Земли периодах относительного покоя, короткими катастрофическими событиями, менявшими облик Земли и состав животного и растительного мира. В крайней форме катастрофизм отрицает эволюцию и признает божественные акты творения.

Катастрофа эволюционная – относительно внезапное исчезновение или возникновение большого числа форм живого.

Квантовая эволюция – крайне быстрая эволюция какой-либо группы, связанная со сменой адаптивной зоны. Такая группа либо приобретает новый комплекс приспособлений к новой адаптивной зоне, либо вымирает.

Коадаптация – взаимное приспособление разных видов в процессе коэволюции. Иногда коадаптацией называют взаимную приспособленность органов одной особи.

Конвергенция – одна из основных форм филогенеза, выражающаяся в возникновении у представителей разных групп сходных (аналогичных) признаков, вызванных приспособлением к сходным условиям.

Конгруэнция – взаимоприспособление особей, возникающее в ходе внутривидовых отношений.

Козволюция – эволюционные взаимодействия организмов разных видов, не обменивающихся генетической информацией, но тесно связанных экологически (например, хищник – жертва, паразит – хозяин).

Креационизм – концепция постоянства видов, объясняющая многообразие органического мира творением его богом.

Макроэволюция – эволюционные процессы, протекающие на уровнях выше видового.

Микроэволюция – эволюционные процессы текущие внутри вида.

Молекулярные часы – расчет времени дивергенции сравниваемых форм, основанный на признании постоянного во времени темпа изменения последовательности аминокислот в молекуле белков.

Монофилия – происхождение группы организмов от общего предка, т.е. группы такого же таксономического ранга.

Нейтрализм – концепция эволюции, основанная на отрицании творческого характера действия естественного отбора ввиду селективной нейтральности многих мутаций.

Необратимость эволюции – невозможность повторения в процессе эволюции состояния, уже осуществленного в ряду предковых форм.

Неодарвинизм – 1/ концепция, распространяющая действие естественного отбора не только на группы особей, но и на отдельные части внутри особи; 2/ то же, что нейтрализм; 3/ современное эволюционное учение, включающее дарвинизм как главную составную часть.

Неотения – приобретение в процессе эволюции группы способности к половому размножению на стадиях, предшествующих взрослому состоянию.

Ортогенез – концепция, признающая возникновение направленных тенденций в развитии какой-либо группы не под действием естественного отбора (ортоселекция), а под действием внутренних факторов.

Палингенез – признак или процесс в онтогенезе, повторяющий признак или процесс в филогенезе данного вида.

Панспермия – концепция о возможности переноса жизни в космическом пространстве с одной планеты на другую.

Параллелизм – независимое развитие в процессе эволюции сходных признаков у родственных групп.

Полифилия – происхождение одной группы организмов от нескольких, не связанных близким родством.

Преадаптация – свойство организма, возникающее как приспособление к старым условиям, но имеющее адаптивное значение и в условиях, которые ранее не встречались в развитии данной группы.

Преформизм – эволюционная концепция, основанная на признании эволюции как процесса развертывания информации, заключенной в зачатковых клетках.

Прогресс – совершенствование организмов в процессе эволюции.

Регресс – упрощение организмов в процессе эволюции.

Рекапитуляция – повторение в эмбриогенезе современных форм признаков, характерных для взрослых предков.

Реликты – виды и другие группы организмов, сохранившиеся от прежде широко распространенных флор и фаун.

Рудименты – сравнительно упрощенные по сравнению с гомологичными структурами предковых или близких форм структуры, утратившие свое основное функциональное значение в процессе эволюции. В отличие от атавизмов встречаются у всех особей данного вида.

Сетчатое родство – эволюционные процессы, при котором группы (популяции внутри вида и изредка – близкие виды) связаны обменом генетической информацией.

Симбиогенез – гипотеза о происхождении крупных групп организмов путем симбиоза.

Симпатрия – совместное обитание в одном географическом регионе генетически различных внутривидовых групп особей с разными экологическими особенностями.

Специализация – направление эволюции группы, выражающаяся в приспособлении ее к очень узким условиям существования, крайний вариант аллогенеза.

Трансформизм - система взглядов об исторической изменчивости организмов в XVII – XIX вв., предшествовавшая эволюционному учению.

Филетическая эволюция – эволюция данного вида как целого, без дивергенции; непрерывный ряд последовательных во времени групп.

Филогенез – эволюционное изменение хода индивидуального развития.

Филогенез – путь эволюционного развития данной группы.

Филум – определенный отрезок филогенеза данной группы, часть древа жизни.

Фратрия – отрезок филогенеза, эквивалентный виду в неонтологии.

Финализм – эволюционная концепция, утверждающая существование строго определенного характера эволюции группы, направленного к определенной цели.

Эволюционное учение – вся система эволюционных взглядов, включающая теорию эволюции, различные эволюционные гипотезы, историю эволюционной мысли, методы изучения эволюционного процесса.

Эпигенез – учение о развитии организма как о процессе полного новообразования, зависящего лишь от внешних или нематериальных факторов.

3.8 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Георгиевский, А.Б. Дарвинизм / А.Б. Георгиевский. - М.: Просвещение, 1985. – 271 с.
2. Северцев, А.С. Теория эволюции / А.С. Северцев. – М.: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 380 с.
3. Яблоков, А.В. Эволюционное учение / А.В. Яблоков, А.Г. Юсуфов. - М.: Высшая школа, 1989. – 335 с.

Дополнительная литература

4. Айала, Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику / Ф. Айала. - М., 1984.
5. Алексеев, В.П. География человеческих рас / В.П. Алексеев. – М.: Мысль, 1974.
6. Алексеев, В.П. Становление человечества / В.П. Алексеев. – М., 1984.

7. Алексеев, В.П. Человек. Эволюция и таксономия (некоторые теоретические вопросы) / В.П. Алексеев. – М., 1985.
8. Алексеева, Т.И. Адаптивные процессы в популяциях человека / Т.И. Алексеева. - М., 1986.
9. Алтухов, Ю.П. Генетические процессы в популяциях / Ю.П. Алтухов. - М., 1983.
10. Брук, С.И. Население мира. Этнодемографический справочник / С.И. Брук. – М., 1981.
11. Воронцов, Н.Н. Эволюция органического мира / Н.Н. Воронцов, Л.Н. Сухорукова. - М.: Просвещение, 1991.
12. Грант, В. Эволюция организмов / В. Грант. - М., 1980.
13. Дольник, В.Р. Непослушное дитя биосферы / В.Р. Дольник. – Санкт-Петербург, 2003.
14. Ефимов, Ю.И. Философские проблемы антропосоциогенеза / Ю.И. Ефимов. – М., 1981.
15. Завадский, К.М. Вид и видообразование / К.М. Завадский. - М., 1967.
16. Кейлоу, П. Принципы эволюции / П. Кейлоу. - М., 1986.
17. Кимура, М. Молекулярная эволюция: теория нейтральности / М. Кимура. - М., 1985.
18. Констебл, Дж. Неандертальцы / Дж. Констебл. – М., 1978.
19. Майер, Э. Популяции, виды и эволюция / Э. Майер. – М.: Мир, 1974.
20. Придо, П. Кроманьонский человек / П. Придо. – М., 1979.
21. Рычков, Ю. Г. Антропология и генетика изолированных популяций / Ю.Г. Рычков. - М., 1985.
22. Спицын, В. А. Биохимический полиморфизм человека / В.А. Спицын. - М., 1985.
23. Уайт, Э. Первые люди / Э. Уайт, Д. Боун. – М., 1978.
24. Четвериков, С.С. Волны жизни / С.С. Четвериков Проблемы общей биологии и генетики. – Новосибирск, 1983.
25. Шарова, И.Х. Проблемы теории эволюции / И.Х. Шарова. - М.: Знание, 1981.
26. Шварц, С.С. Экологические закономерности эволюции / С.С. Шварц. - М.: Наука, 1980.
27. Щербакова, Н. А. Методические рекомендации к практическим занятиям по дарвинизму / Н.А. Щербакова. - Горно-Алтайск, 1992.
28. Фоули, Р. Еще один неповторимый вид / Р. Фоули. - М.: Мир, 1990.
29. Эволюционная биология: материалы конференции «Проблема вида и видообразование»/ Под ред. В.Н. Стегния. - Томск: ТГУ, 2001. – т.1.

IV. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов по курсу призвана, не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и

способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умению организовать свое время.

При выполнении плана самостоятельной работы студенту необходимо прочитать теоретический материал не только в учебниках и учебных пособиях, указанных в библиографических списках, но и познакомиться с публикациями в периодических изданиях.

Студенту необходимо творчески переработать изученный самостоятельно материал и предоставить его для отчета в форме реферата или конспекта.

Проверка выполнения плана самостоятельной работы проводится на семинарских занятиях, во время защиты практической работы, индивидуальных занятиях.

Темы	Кол-во часов	Формы отчетности, сроки
Семестр 10		
Возникновение и развитие эволюционной теории		
Формирование эволюционной идеи (додарвиновский период). Элементы эволюционизма в античной философии. Метафизический период в развитии науки и господством креационистских взглядов. Значение работ К. Линнея. Гипотеза «вложения зародышей» и учение о лестнице существ (Ш. Бонне). Зарождение эволюционной идеи (трансформизм). Эволюционная концепция Ж.Б. Ламарка.	10	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)
Научные и общественно – исторические предпосылки возникновения дарвинизма. Накопление доказательств единства строения и происхождения организмов и исторического развития живой природы. Успехи систематики. Развитие сравнительной анатомии и сравнительной эмбриологии. Создание клеточной теории. Общественно–экономические предпосылки возникновения дарвинизма. Достижения практической селекции. Социологические взгляды Т. Мальтуса и их критика.	10	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)
Биография и научная деятельность Ч. Дарвина. История создания труда «Происхождение видов», его краткая характеристика. Дарвин о формах, закономерностях и причинах изменчивости. Учение об искусственном отборе. Доказательства эволюции природных видов. Учение о борьбе за существование и естественном отборе как причине эволюции. Творческая роль отбора в формировании приспособленности организмов и видообразовании. Принцип монофилии и дивергенции. Сравнительная	12	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)

характеристика эволюции культурных форм и природных видов. Общая оценка эволюционного учения Ч. Дарвина.		
Развитие эволюционной теории в последарвиновский период. Формирование эволюционной биологии и развитие дарвинизма как научного направления. Развитие эволюционной палеонтологии. Становление эволюционной эмбриологии морфологии. Биогенетический закон. Метод тройного параллелизма. Попытки построения филогенетических родословных. Изучение пассивных защитных приспособлений с позиций эволюции. Эколого-физиологическое направление. Три течения в дарвинизме (классический дарвинизм, ламарко-дарвинизм, неodarвинизм). Изучение наследственной изменчивости как фактора эволюции природных видов. Кризис эволюционной теории в первой четверти XX века. Социал-дарвинизм, его реакционная сущность. Первые шаги синтеза дарвинизма с генетикой и экологией. Работы Фишера, Райта, Холдейна. Исследования экологических факторов эволюционного процесса. Экспериментальное изучение борьбы за существование. Успехи исследования молекулярных основ изменчивости.	16	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)
Фундаментальное значение эволюционной теории в развитии практических направлений в науке. Научная основа селекции. Эволюционная теория и медицина. Охрана и рациональное использование природы с точки зрения эволюционной теории.	8	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)
Современные проблемы эволюционной теории		
Основные этапы химической и биологической эволюции. Возникновение жизни (биогенез). Современные гипотезы происхождения жизни. Значение работ А.И. Опарина, Д. Холдейна, Д. Бернала. Основные этапы биогенеза и их экспериментальное моделирование. Становление клеточной организации, развитие метаболизма и репродукции протобионтов. Проблема возникновения генетического кода. Оформление ядра и полового процесса, происхождение эукариотных форм. Эволюция энергетических процессов (брожение,	10	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)

<p>фотосинтез, дыхание).</p> <p>Деятельность биосферы в архее и протерозое. Изменение атмосферы и литосферы земли живыми организмами. Возникновение многоклеточности. Жизнь в докембрийских и кембрийских морях. Становление типов беспозвоночных животных типа хордовых. Появление высших растений. Завоевание жизнью суши. Основные этапы дальнейшего развития жизни на Земле. Краткая характеристика органического мира и состояние биосферы в палеозое, мезозое и кайнозое.</p>		
<p>Организм как объект эволюционных преобразований. Фенотип – основная единица отбора и передатчик наследственной информации по поколениям. Популяция – элементарная единица эволюции. Типы популяций (клональные и панмиктические). Преимущество поколений. Интегрированность популяционных генофондов. Коадаптация – взаимное приспособление аллелей в генофонде популяций. Биогеоценоз как арена эволюционного процесса. Влияние абиотической среды и взаимодействие организмов как основа борьбы за существование и естественного отбора.</p>	8	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)
<p>Роль наследственной изменчивости в эволюции. Эволюционное значение разных форм мутаций. Зависимость проявления мутаций от генотипического фона. Комбинативная изменчивость и ее роль в эволюции. Эволюционное значение мейоза. Кроссинговер и его роль в рекомбинации. Значение половой и других форм рекомбинации генетического материала в эволюции эукариот и прокариот. Эволюционное значение адаптивных модификаций.</p> <p>Генетико – автоматические процессы (дрейф генов) в популяциях. Влияние динамики численности популяций (волн жизни) на генотипический состав популяций. Значение миграции в изменении генетической структуры популяций (поток и интрогрессия генов). Принцип «основателя» (Э. Майер). Географический и биологический способы изоляции. Основные формы биологической изоляции</p>	10	Защита реферата, защита контрольной работы (по расписанию деканата), ответ на семинарском занятии «Микроэволюционные процессы в популяциях»

(биотопическая, сезонная, эколого-этологическая, генетическая).		
Определение понятия микроэволюции. Нарушения закона Харди – Вайнберга как неизбежное явление природы и как причина изменения генофонда популяции: эволюционные следствия ограничения численности и панмиксии в популяциях, изменения генофонда при мутационном процессе и отборе. Микроэволюция как результат взаимодействия направленных и ненаправленных факторов эволюции: мутационного процесса, дрейфа генов, миграции, изоляции, борьбы за существование и естественного отбора. Сравнительный анализ роли этих факторов в изменении генофонда популяций.	10	Защита реферата, защита контрольной работы (по расписанию деканата), ответ на семинарском занятии «Микроэволюционные процессы в популяциях»
История развития понятия вида. Номиналистическая концепция (Ж.Б. Ламарк). Понимание вида Ч. Дарвиным. Учение об элементарных видах (жорданоны и т.п.). Накопление материалов об экологической и генетической структуре вида. Современная биологическая концепция политипического вида. Критерии вида, структура вида, общие признаки вида. Значение изолирующих механизмов для внутривидовой дифференциации и обособления новых видов. Разнообразие путей формирования новых видов. Гибридогенное видообразование и роль полиплоидии в формировании новых видов. Теория и доказательства аллопатрического (географического) видообразования. Экологическая радиация. Филетическая эволюция.	10	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)
Направленность эволюционного процесса. Критика антидарвиновских теорий ортогенеза. Возможности и ограничения внутренних и внешних факторов эволюции как причина направленности макроэволюции. Формы направленной эволюции (ортоселекция, параллельная эволюция).	8	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)
Соотношение индивидуального и исторического развития. Учение о рекапитуляции. Пути эволюции онтогенеза (эмбриональные адаптации, филэмбриогенезы, автономизация). Неотения и ее значение. Целостность онтогенеза. Стадийность оттогенеза и	8	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)

эволюция стадий. Эмбрионизация и дезэмбрионизация онтогенеза.		
Общие закономерности макроэволюции: прогрессивная направленность исторического развития жизни, необратимость эволюции, прогрессивная специализация. Темпы эволюции. Неравномерность эволюции. Причины, влияющие на скорость эволюции.	8	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)
Антропогенез		
<p>Развитие представлений о происхождении человека: борьба религиозных и научных концепций. Место человека в зоологической системе. Основные этапы антропогенеза. Антропоморфные обезьяны (дриопитеки, австралопитеки) – ранние предшественники человека. Находки Л. Лики и его продолжателей в Африке и их познавательное значение. Стадии древнейших (питекантропы) и древних (неандертальцы) людей. Возникновение человека современного типа. Вопрос о центрах происхождения человека.</p> <p>Движущие силы антропогенеза и их специфика. Роль социального образа жизни в становлении человека. Эволюция языка и речи, возникновение второй сигнальной системы. Роль группового отбора в эволюции человека и его культуры.</p> <p>Человек – уникальный вид и специфика его адаптаций. Генетическая и социальная наследственность. Уникальная способность к обучаемости у человека – его открытая генетическая программа. Особенности биологической эволюции современного человека.</p>	10	Защита реферата, защита контрольной работы (по расписанию деканата), ответ на семинарском занятии «Антропогенез», тестирование
Человеческие расы и их происхождение. Значение изоляции и дрейфа генов в происхождении политипизма у человека. Адаптивное значение расовых признаков. Биологическая несостоятельность расизма.	4	Защита контрольной работы, тестирование, защита реферата на зачете (по расписанию деканата)

V. ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

Цель: приобретение навыков анализа научной литературы по определенной теме.

Тематика рефератов:

1. Геохронология и основные этапы эволюции на Земле.
2. Основные постулаты синтетической теории эволюции.

3. Биография и научная деятельность Ч. Дарвина.
4. Формирование эволюционной биологии и развитие дарвинизма как научного направления.
5. Проблемы видообразования у рода *Homo sapiens*.
6. Борьба за существование в человеческом обществе.
7. Современное понимание концепции Ламарка.
8. Адаптация – результат действия естественного отбора.
9. Развитие теории эволюции.
10. Учение о виде. История и современность.
11. Прокариоты.
12. Возникновение первых эукариотических клеток.
13. Дивергенция как основной путь эволюции.
14. Эволюционирующий вид по Ф. Добжанскому.
15. Эволюционная теория и медицина.
16. Охрана и рациональное использование природы с точки зрения эволюционной теории.
17. Экологические закономерности эволюции.
18. Философия и теория эволюции.
19. Эволюционная идея в биологии.
20. Основные этапы антропогенеза.
21. Человеческие расы и их происхождение.
22. Человек – уникальный вид и специфика его адаптации.
23. Проблемы видообразования у рода *Homo sapiens*.

Содержание и объем пояснительной записки (или введения): актуальность проблемы, обоснование темы. Постановка цели и задач. Объем: 2-3 стр. (2 ч).

Основная часть: должна включать основные вопросы, подлежащие освещению. Самостоятельной работой студента является подбор и составление полного списка литературы (кроме указанных преподавателем) для освещения и обобщения новейших достижений науки по теме реферата. Выявление дискуссионных, выдвигающих спорные вопросы и проблемы ученых. Объем: 20-25 стр. (8 ч.).

Заключение: должно включать обобщение анализа литературы и выводы. Объем: 2-3 стр. (1 ч).

Список использованной литературы: не менее 10-15 источников.

Примечание: Тематический план примерный. Студенты имеют право на выбор темы по своим интересам.

VI. ТЕМЫ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом студенты-заочники обязаны выполнить контрольную работу в установленный деканатом срок. Делая ее по определенному варианту, студент должен раскрыть содержание вопросов на основе литературных источников, личного опыта преподавания общей биологии в школе.

К написанию контрольной работы студенты-заочники приступают после того, как изучат основную и дополнительную литературу по данному варианту. Изложение материала должно носить характер констатации фактов, доказательства, убеждения и т.д. в зависимости от специфики поставленного вопроса. Ответы необходимо иллюстрировать примерами.

Вариант 1.

1. В чем сущность метафизического периода в развитии естествознания? Назовите причины мировоззрения, сложившегося в это время.

2. Заполните таблицу «Предпосылки появления теории эволюции Ч. Дарвина». Записи должны быть краткими.

Предпосылки появления теории эволюции Ч. Дарвина

Социально-экономические предпосылки	Научные предпосылки

3. В чем сущность закона Харди - Вайнберга? В чем состоит суть генетико-автоматических процессов в популяциях? Какое значение они имеют в эволюционном процессе?

4. В каком случае и как применяется географический критерий вида?

Вариант 2.

1. Заполните таблицу «Развитие биологии в додарвиновский период».

Развитие биологии в додарвиновский период

Ученый	Страна, годы жизни	Главный вклад в развитие биологии	Особенности периода
К. Линней			
К.Ф. Вольф			
Ж.Л. Бюффон			
Ж. Кювье			
Ж.С. - Илер			
Ж.Б. Ламарк			

2. Как понимал Ч. Дарвин происхождение целесообразности органических форм? Разберите этот вопрос на конкретном примере.

3. Какова роль колебания численности популяции в изменении ее генетической природы?

4. Рассмотрите принципы филогенетического изменения органов на следующих примерах:

а/ появление хрящевого позвоночного столба на месте хорды;

б/ возникновение легкого у наземных моллюсков на месте мантийной полости;

в/ исходная функция передней конечности млекопитающих и конечности обезьяны;

г/ переход рептилий от движения с помощью ног к передвижению без них (змеи).

Вариант 3.

1. В чем основное значение трудов К. Линнея в развитии биологии и эволюционной идеи?

2. Сравните взгляды Ламарка и Дарвина на проблему вымирания видов.

3. Охарактеризуйте указанные формы изменчивости, заполнив таблицу «Особенности двух форм изменчивости».

Особенности двух форм изменчивости

Формы изменчивости	Характер изменений				Целесообразность		Роль в эволюции
	направлен.	ненаправлен.	случайный	неслучайный	нужный	не нужный	
Мутации							
Модификации							

4. Дайте определение гомологичным и аналогичным органам. Приведите примеры. Каково значение изучения гомологии и аналогии в познании закономерностей эволюции?

Вариант 4.

1. Какой вклад внесла сравнительная анатомия первой половины XIX в. (додарвиновский период) в развитие эволюционной идеи?

2. В чем коренное отличие в понимании Ламарком и Дарвином происхождения целесообразности органических форм? Приведите примеры.

3. В чем единство и основное различие между живой и неживой природой?

4. Выясните принципы филогенетического изменения органов на следующих примерах:

а/ возникновение из гладкой мускулатуры поперечно-полосатой;

б/ появление трахей у насекомых в связи с выходом на сушу;

в/ исходная функция жабр двустворчатых моллюсков и выполняемые ими функции у современных форм;

г/ исходная и современная функции антенн речного рака.

Вариант 5.

1. Укажите основные различия во взглядах Линнея и Ламарка на виды организмов в природе, заполнив таблицу «Взгляды Линнея и Ламарка на вид».

Взгляды Линнея и Ламарка на вид

Ученый	Происхождение современных видов	Изменение видов	Причина многообразия видов	Наличие родства между видами	Объяснение приспособленности видов к условиям жизни
Линней					
Ламарк					

2. Почему Дарвин придавал большое значение в эволюции индивидуальным различиям? Дайте его формулировку понятия «индивидуальные различия».

3. Что вносит современная наука в трактовку сущности жизни по сравнению с Ф. Энгельсом?

4. Основным направлением в эволюции А.Н. Северцов считал ароморфоз. Дайте определение этого явления. Приведите примеры. Объясните, почему эти морфофизиологические изменения можно назвать ароморфозами. Каковы их предпосылки?

Вариант 6.

1. В чем существенное отличие системы животных Ж.Б. Ламарка и К. Линнея?

2. Дайте сравнение искусственного и естественного отбора, заполнив таблицу «Искусственный и естественный отбор».

Искусственный и естественный отбор

Форма отбора	Источник отбора	Отбирающий фактор	Признаки, накапливающиеся в процессе отбора	Результаты отбора
Искусственный отбор				
Естественный отбор				

3. В чем суть гипотез «космозоев» и «панспермии»? Дайте обоснование новой гипотезы «направленной панспермии» ф. Крика и Л. Оргела. Изложите свое отношение к указанным гипотезам.

4. Дайте общую картину развития жизни в мезозойскую эру. Каковы причины вымирания динозавров?

Вариант 7.

1. Каково значение работ Ж. Кювье в развитии эволюционной идеи?

2. Что понимал Ч. Дарвин под термином «расхождение признаков»? Какое значение имеет это явление в жизни вида? Почему расхождение признаков поддерживается естественным отбором? Какова роль дивергенции в эволюции?

3. Возможно ли зарождение жизни в настоящее время. Ответ мотивируйте.
4. В чем ограниченность биогенетического закона? Каково значение работ А.Н. Северцова в развитии проблемы взаимоотношения онтогенеза и филогенеза?

Вариант 8.

1. Раскройте понимание Ламарком движущих сил эволюции. В чем причины такого толкования факторов эволюции?
2. Как вы понимаете творческую роль искусственного отбора? Приведите примеры.
3. Каковы предпосылки возникновения жизни на Земле?
4. Что нового вносит современная наука в представления о естественном отборе? Заполните таблицу «Формы естественного отбора».

Формы естественного отбора

Название	Направление отбора	Примеры	Результат действия

Вариант 9.

1. В чем причина двойственности взглядов Ламарка на природу (признание роли творца как первопричины и идея развития)?
2. Что такое дивергенция, или расхождение признаков? Почему естественный отбор поддерживает дивергенцию в природе? Приведите примеры дивергенции в пределах вида.
3. Что такое модификации? Какова их роль в эволюционном процессе?
4. Какие морфофизиологические изменения (ароморфозы) обусловили возможность освоения позвоночными суши?

Вариант 10.

1. Объясните причины появления преформизма в XVII в. Назовите факты, на которых основываются преформисты. В чем заключается несостоятельность этого учения?
2. Выявите формы борьбы за существование по Дарвину, заполнив таблицу:

Формы борьбы за существование по Дарвину

Название вида борьбы	Причины вызывающие данную форму борьбы	Конкретные примеры
Межвидовая		
Внутривидовая		
Борьба с условиями жизни		

3. Что такое модификации? Приведите примеры. Почему модификации, наблюдаемые в природе, носят адаптивный характер?
4. Почему процесс эволюции необратим? Ответ подтвердите примерами.

VII. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЧЕТ ПО ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ

1. Предмет и задачи эволюционной теории.
2. Методы исследования эволюционного процесса и основные принципы эволюционной теории.
3. Значение работ К. Линнея.
4. Зарождение эволюционной теории (трансформизм).
5. Эволюционная концепция Ж.Б. Ламарка.
6. Научные предпосылки возникновения дарвинизма. Развитие систематики, сравнительной анатомии и сравнительной эмбриологии.
7. Создание клеточной теории, развитие экологии, исторический метод в геологии.
8. Биография и научная деятельность Ч. Дарвина. Характеристика труда «Происхождение видов». Оценка эволюционного учения Дарвина.
9. Характеристика трудов Дарвина. Значение для науки.
10. Доказательства эволюции природных видов. Учение Дарвина о борьбе за существование и естественном отборе.
11. Учение об искусственном отборе.
12. Последарвиновский период. Три течения в дарвинизме.
13. Кризис эволюционной теории в первой четверти XX века. Основные направления генетического антидарвинизма.
14. Сущность неоламаркизма и социал – дарвинизма.
15. Общая характеристика жизни как особой формы движения материи.
16. Основные уровни организации жизни и эволюционный процесс.
17. Современные гипотезы происхождения жизни на Земле.
18. Основные этапы биогенеза.
19. Основные ароморфозы в архее и протерозое.
20. Эволюция прокариот и эукариот.
21. Основные ароморфозы и алломорфозы в мезозое и кайнозое.
22. Эволюция энергетических процессов.
23. Популяция – элементарная единица в эволюции. Типы популяций.
24. Дрейф генов, волны жизни, их значение для эволюции.
25. Миграция, ее значение в изменении генетической структуры популяций.
26. Изоляция. Ее эволюционная роль.
27. Борьба за существование. Классификация форм борьбы за существование.
28. Естественный отбор. Формы естественного отбора.

29. Элиминация, ее формы. Эволюционные следствия разных форм элиминации.
30. Роль комбинативной изменчивости в эволюции.
31. Эволюция адаптаций – основной результат естественного отбора.
32. История развития понятия «Вид».
33. Структура вида.
34. Действие посткоопуляционных изолирующих механизмов, их значение для вида.
35. Общие признаки вида. Критерии вида. Виды двойники.
36. Видообразование.
37. Проблема происхождения таксонов надвидового ранга. Направленность эволюционного процесса.
38. Макроэволюция. Пути макроэволюции.
39. Способы филогенетического преобразования органов. Гомология и аналогия органов.
40. Биологический прогресс, биологический регресс.
41. Синтез дарвинизма с экологией и генетикой.
42. Практическое и общенаучное значение эволюционной теории.
43. Основные этапы антропогенеза.
44. Человек – уникальный вид и специфика его адаптации.
45. Человеческие расы и их происхождение.

7.1 Примерные тесты

1. Эволюцией называется:
 - а/ индивидуальное развитие организмов
 - б/ изменение особей
 - в/ историческое необратимое развитие органического мира
 - г/ изменения в жизни растений

2. Значение популяционных волн в эволюции заключается в том, что они:
 - а/ способствуют увеличению численности популяций
 - б/ снижают численность популяций
 - в/ способствуют повышению генетического разнообразия в популяциях
 - г/ снижают генетическое разнообразие в популяциях

3. Дрейф генов – это:
 - а/ случайное изменение концентрации аллелей в популяции
 - б/ перемещение особей из одной популяции в другую
 - в/ свободное скрещивание между особями в популяции
 - г/ один из результатов естественного отбора

4. Поток генов – это:
 - а/ обмен генами между популяциями одного вида в результате миграции отдельных особей из популяции в популяцию
 - б/ включение генов одного вида в генофонд популяции другого вида

в/ свободное скрещивание между особями в популяции одного вида

5. Движущий отбор направлен на:

а/ расширение границ наследственной изменчивости и сдвиг среднего значения признака или свойства

б/ поддержание в популяциях среднего, ранее сложившегося значения признаков

в/ сужение нормы реакции

6. К внутривидовой дифференцировке и полиморфизму ведет естественный отбор:

а/ движущий

б/ стабилизирующий

в/ дизруптивный

7. Не являются примерами действия естественного отбора:

а/ родословная испанского дога

б/ индустриальный меланизм насекомых

в/ устойчивость бактерий к антибиотикам

г/ резистентность комнатных мух к ядохимикатам

8. Приспособительный характер эволюции заключается в том, что:

а/ организмы приспособляются под влиянием внешних условий

б/ организмы побеждают в борьбе за существование

в/ организмы подвергаются естественному отбору

г/ организмы изменяются вслед за изменением условий среды

9. Мимикрия представляет собой:

а/ сходство беззащитного и съедобного вида с одним или несколькими не родственными видами, хорошо защищенными и обладающими предостерегающей окраской

б/ сходство в форме и окраске особей двух родственных видов

в/ наличие у особей вида специальных средств защиты

10. Происходит ли эволюция хищных животных, которые живут в настоящее время?

а/ происходит эволюция всех видов

б/ происходит только эволюция видов, ведущих древесный образ жизни

в/ происходит эволюция видов мелких животных

г/ ни один из ныне живущих видов хищников не эволюционирует

11. Из перечисленных ниже объектов не способны эволюционировать:

а/ мыши в городе

б/ популяции божьей коровки

в/ бактерии, обитающие в желудке жвачных животных

г/ стадо овец

12. Ароморфоз представляет собой путь эволюционных преобразований большой группы видов организмов, при котором:

а/ в группе развиваются принципиально новые признаки, позволяющие ей перейти в новую адаптивную зону

б/ в группе появляются частные приспособительные признаки к определенным условиям среды

в/ в группе наблюдается снижение уровня организации и упрощение в строении особей

13. Вид, который находится в состоянии биологического прогресса, характеризуется:

а/ повышением уровня организации

б/ снижением уровня организации

в/ расширением ареала, увеличением численности, распадением вида на подвиды

г/ снижением численности и сокращением ареала

14. В состоянии биологического прогресса находится вид:

а/ зубр

б/ гинкго

в/ черный журавль

г/ домовая воробей

15. Какие из перечисленных ниже видов организмов находятся в состоянии биологического регресса?

а/ элодея канадская

б/ колорадский жук

в/ уссурийский тигр

г/ крыса серая

16. Ароморфозом является из перечисленных эволюционных событий:

а/ возникновение класса птиц

б/ появление большого количества семейств отряда хищных млекопитающих

в/ возникновение паразитических форм среди плоских червей

17. Путь эволюции, при котором возникает сходство между организмами различных систематических групп, обитающих в сходных условиях, называется:

а/ градация

б/ дивергенция

в/ конвергенция

г/ параллелизм

18. Внешнее сходство путем конвергенции приобрели виды:

- а/ щука, лосось
- б/ медведь бурый, медведь белый
- в/ дельфин, акула
- г/ заяц-русак, заяц-беляк

19. Рудименты - это:

- а/ органы, утратившие в процессе эволюции свое значение и функции и оставившие в виде недоразвитых образований в организме
- б/ органы, которые только появляются в организмах как результат эволюции видов
- в/ органы, которые появляются у отдельных особей некоторых видов как результат мутации генов

20. К гомологичным органам относятся:

- а/ ласты кита, лапы крота, крылья птиц
- б/ крылья бабочки, крылья птиц и летучих мышей
- в/ жабры рака и окуня

21. Атавизмы - это:

- а/ возникающие естественные новообразования
- б/ появление у организмов свойств и признаков, характерных для далеких предков
- в/ недоразвитие признака или свойства у взрослых организмов

22. К атавизмам можно отнести:

- а/ появление махровости цветка у некоторых растений
- б/ появление хвоста и сплошного волосяного покрова у человека
- в/ развитие в онтогенезе хвоста у обезьян

23. Позвоночные животные обнаруживают наибольшее сходство между собой на следующих этапах:

- а/ на ранних этапах развития зародышей
- б/ на поздних этапах развития зародышей
- в/ в постэмбриональный период
- г/ на этапе взрослых форм, когда организмы приступают к размножению

24. Исходным материалом для микроэволюции являются:

- а/ модификации
- б/ фенотипическая пластичность
- в/ мутации
- г/ наследуемые изменения

25. Из перечисленных ответов неверен:

а/ ароморфоз означает структурные изменения в системах органов, ведущие к усложнению организации

б/ идиоадаптация – приспособление к специальным условиям среды, полезное в борьбе за существование, но не изменяющее уровень организации

в/ специализация – приспособление у существованию в широком диапазоне условий жизни

26. Биологическими факторами эволюции человека являются:

а/ естественный отбор

б/ трудовая деятельность

в/ мыслительная деятельность и появление речи

27. Расы человека представляют собой:

а/ группы людей, которые произошли от разных видов древнего человека

б/ экологические группы людей вида *Homo sapiens*

в/ разные виды людей