

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**А. С. Баркова, В. С. Подлеснова**

## **ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины  
для студентов, обучающихся специальности  
36.05.01 Ветеринария

Калининград  
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»  
2023

УДК 637.072

Рецензент

кандидат технических наук, доцент, зам. директора института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «КГТУ» по основной образовательной деятельности, доцент кафедры технологии продуктов питания  
М. Н. Альшевская

Баркова, А. С.

Теория эволюции: учеб.-методич. пособие по изучению дисциплины для студентов по специальности 36.05.01 Ветеринария / А. С. Баркова, В. С. Подлеснова. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 28 с.

В учебно-методическом пособии по изучению дисциплины «Теория эволюции» представлены учебно-методические материалы по освоению тем лекционного курса, включающие план лекции по каждой изучаемой теме, вопросы для самоконтроля и методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям по специальности 36.05.01 Ветеринария.

Табл. 7, рис. 5, список лит. – 12 наименований

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой производства и экспертизы качества сельскохозяйственной продукции 19 января 2023 г., протокол № 6

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 января 2023 г., протокол № 1

УДК 637.072

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Калининградский государственный технический университет», 2023 г.  
© Баркова А. С., Подлеснова В. С., 2023 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....	7
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ.....	13
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	25
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	26

## ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Теория эволюции» является формирование знаний в области теории эволюции механизмов и закономерностей исторического развития биологических систем, генетические основы эволюционного процесса.

Дисциплина «Теория эволюции» призвана обеспечить формирование знаний и практических навыков проведения экспертизы для определения показателей качества и биологической безопасности сырья и готовых кормов для животных.

При реализации дисциплины «Теория эволюции» организуется практическая подготовка путем проведения практических занятий (лабораторных работ), предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать: роль эволюционной идеи в биологическом мировоззрении, основные теории эволюции, концепции видообразования.

Уметь: аргументировать современный эволюционный подход к изучению биологических процессов.

Владеть: навыками и методами исследований биологических объектов.

Для успешного освоения дисциплины «Теория эволюции» студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и практические задания. Тестирование и решение практических задач, обучающихся проводится на практических занятиях после изучения соответствующих тем.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. К зачету допускается студент, успешно выполнивший практические работы и имеющий положительные оценки.

Для успешного освоения дисциплины «Теория эволюции» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки и организации самостоятельной работы студентов.

Универсальная система оценивания результатов обучения приведена в таблице 1 и включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61 –80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задаче данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с	В состоянии решать поставленные задачи в	В состоянии решать поставленные задачи в	Не только владеет алгоритмом и понимает его

Система оценок	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
профессиональных задач	заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	соответствии с заданным алгоритмом	соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

# 1 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Осваивая курс, студент должен научиться работать на лекциях, практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для успешного усвоения теоретического материала по дисциплине «Теория эволюции» студенту необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на практических занятиях, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины. Поэтому, важным условием успешного освоения дисциплины обучающимися является создание системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с графиком образовательного процесса. Большую помощь в этом может оказать составление плана работы на семестр, месяц, неделю, день.

Все задания к практическим занятиям, а также задания, вынесенные на самостоятельную работу, рекомендуется выполнять непосредственно после соответствующей темы лекционного курса. Это способствует лучшему усвоению материала, позволяет своевременно выявить и устранить «пробелы» в знаниях, систематизировать ранее пройденный материал, на его основе приступить к овладению новыми знаниями и навыками.

Во время лекции студенту важно внимательно слушать лектора, конспектируя существенную информацию, анализировать полученный в ходе лекционного занятия материал с ранее прочитанным и усвоенным материалом в области содержания животных, укладывать новую информацию в собственную, уже имеющуюся, систему знаний. По ходу лекции необходимо подчеркивать новые термины, определения, устанавливать их взаимосвязь с изученными ранее понятиями. Перед проведением практических занятий рекомендуется повторное изучение лекционного материала для повышения результативности занятий и лучшего усвоения материала.

Тематический план лекционных занятий (ЛЗ) представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Структура ЛЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия
1	Структура и содержание дисциплины
2	Проблема происхождения жизни и ее развитие на ранних этапах эволюции
3	Учение о микро- и макроэволюции
4	Генетические основы эволюции
5	Филогения. Методы эволюционной биологии
6	Онтогенетические аспекты эволюции

Если лектор приглашает студентов к дискуссии, то необходимо принять в ней активное участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, он может в конце лекции задать эти вопросы лектору курса дисциплины.

## **Тема 1. Структура и содержание дисциплины**

### *Методические рекомендации*

Понятие об эволюции, предмет, цели и задачи эволюционной теории. Связь процессной теории с другими науками. Значение эволюционной теории. Воздействие человека на эволюционный процесс. Основные методы изучения эволюционного процесса. Свойства и уровни организации живой материи. Моделирование эволюции. Организм как объект эволюционных преобразований. Идеи единства и развития природы в Древнем мире. Основные элементы эволюционизма в философии Древней Индии (Риг Веда, Упанишады), античной эпохи (Гераклит, Эмпедокл, Аристотель, Лукреций, Платон). Развитие систематики, сравнительного и сравнительно анатомического методов исследований. Роль исследований К. Линнея. Развитие концепций преформизма и трансформизма. Концепции эволюции Ж. Б. Ламарка. Закон изменяемости видов, понятие «градации», закон упражнения органов, особенности понятия вида по Ламарку, ограниченность во времени существования каждого вида, роль «флюидов» в биологической эволюции. Идея наследования приобретенных признаков. Недостатки и достоинства эволюционной концепции Ж. Б. Ламарка. Концепция эволюции Ж. Кювье. Отрицание идеи исторического развития видов, признание неизменности видов. Понятие системы, корреляций. Идея «планов строения». Смена форм животных во времени, понятие усложнения уровня организации животных во времени. Создание клеточной теории, биогеографии, значение палеонтологических исследований в развитии эволюционных идей. Эволюционная концепция Э. Дарвина, Д. Уоллеса.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Основные понятия «теории катастроф» Ж. Кювье.
2. Недостатки и достоинства концепции эволюции Ж. Кювье.
3. Роль исследований по сравнительной эмбриологии К. Бэра в развитии эволюционных идей.
4. Основные положения современной синтетической теории эволюции.

## **Тема 2. Проблема происхождения жизни и ее развитие на ранних этапах эволюции**

### *Методические рекомендации*

Точка зрения креационизма на происхождение жизни. Гипотеза самозарождения и ее опровержение: опыты Франческо Реди и Луи Пастера. Взгляды Ж.-Б. Ламарка на происхождение жизни. Теория абиогенеза А. И. Опарина и попытки ее обоснования: опыты Пфлюгера и Миллера.



Космические гипотезы происхождения жизни, гипотеза панспермии. Взгляды русских космистов на происхождение жизни во вселенной и, в частности, на Земле. Гипотеза симбиогенеза: происхождение эукариотической клетки. Основные аспекты геохронологии. Проблемы возникновения жизни (биогенез). Основные гипотезы происхождения жизни. Гипотеза Опарина, креационизма, панспермии, самозарождения. Этапы биогенеза. Аспекты биохимической эволюции. Возникновение клетки. Протобионты. Метаболизм. Возникновение генетического кода. Происхождение эукариотов. Эволюция биоэнергетических процессов (брожение, фотосинтез, дыхание). Биосфера планеты в архее и протерозое. Изменение состава атмосферы живыми организмами. Появление многоклеточных организмов. Биота докембрия и кембрия. Беспозвоночные и хордовые. Появление высших растений. Освоение суши. Смена флор и фаун. Биота палеозоя, мезозоя, кайнозоя. Выход животных на сушу. Особенности эволюции животных. Закономерности эволюции растительности палеозоя. Выход растений на сушу.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Закономерности эволюции млекопитающих.
2. Происхождение млекопитающих.
3. Эволюционное значение теплокровности в распространении млекопитающих.
4. Особенности эволюции различных групп млекопитающих.

### **Тема 3. Учение о микро- и макроэволюции**

#### *Методические рекомендации*

Понятие изменчивости, ее формы, закономерности, причины. Понятие борьбы за существование как одной из движущих сил эволюции. Ее основные формы (конституциональная, межвидовая, внутривидовая). Понятие естественного отбора, его основные формы, направления, особенности. Элиминация, ее основные формы (избирательная, неизбирательная, прямая, косвенная, групповая, тотальная). Количественные параметры отбора (коэффициент, скорость, эффективность). Понятие искусственного отбора. Селекция. Принципы искусственного отбора. Породы, сорта. Понятие движущего отбора (направленный, дизруптивный). Понятие стабилизирующего отбора (канализирующий, балансируемый). Понятие полового отбора, его роль в биологической эволюции. Теория полового отбора. Анализ происхождения пород домашних животных и сортов культурных растений. Доказательства эволюции природных видов. Принцип монофилии и дивергенции. Основные понятия. Доказательства монофилетического происхождения многообразия животного мира. Цитологические доказательства, биохимические, иммунологические, молекулярно-биологические, генетические, эмбриологические, сравнительно-анатомические, палеонтологические. Типологическая концепция вида. Концепция политипического вида. Реальность существования вида в природе. Биологическое значение вида. Критерии вида

(морфологический, физиолого-биохимический, экологогеографический, репродуктивный, генетический). Общие характеристики вида (дискретность, численность, целостность, устойчивость, историчность). Структура вида. Генетическая и экологическая структура вида. Генетический полиморфизм, чистые линии. Экологическая неоднородность. Клинальная изменчивость. Виды-двойники. Подвиды. Происхождение, отличия от видов, популяций. Географические изоляты, гибридные зоны. Роль механизмов изоляции в видообразовании. Различие путей образования новых видов. Механизмы аллопатрического видообразования. Механизмы симпатрического видообразования. Механизмы гибридного видообразования. Особенности механизмов видообразования у агамных, партеногенетических и самооплодотворяющихся форм. Экологическая радиация. Роль наследственной изменчивости в эволюции. Понятие о генофонде популяции. Мутации как основа эволюционного процесса. Роль различных мутаций в эволюционном процессе. Комбинативная изменчивость и ее роль в эволюции. Роль полового процесса и генетической рекомбинации в эволюции биологических систем. Адаптивные модификации и их эволюционное значение. Генетико-автоматические процессы. Их роль в изменении генофонда популяций. Влияние популяционной динамики на генотипический состав популяций. Миграции. Влияние их на генетическую структуру популяций. Обмен генетическими роцеками, интрогрессия генов. Миграции и устойчивость видов. Понятие изоляции. Географическая изоляция у островных популяций.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Эволюция понятия вида в биологии.
2. Географическая изменчивость вида в ареале.
3. Роль полиплоидии в видообразовании.
4. Эволюционная роль изоляции популяций.

#### **Тема 4. Генетические основы эволюции**

##### *Методические рекомендации*

Понятие микроэволюции. Основные факторы микроэволюции. Механизмы микроэволюции. Роль генетического дрейфа, мутационного давления, естественного отбора в микроэволюции. Современные гипотезы генетических механизмов микроэволюционных процессов. Роль генетики в развитии синтетической теории эволюции. Исследования Г. Менделя, В. Иоганзена, Г. де Фриза, А. Вейсмана. Понятие гена. Закон Харди-Вайнберга. Хромосомная теория Т. Моргана. Критика «мутационной» теории. Исследования С. Райта, Н. И. Вавилова, Д. Холдейна, Д. Хаксли и формирование синтетической теории эволюции. Теория микроэволюции. Дрейф генов. Закономерности макрофилогенеза, причины направленности и неравномерности темпов макрофилогенеза. Основные проблемы происхождения таксонов. Принципы монофилии и полифилии. Понятие о сетчатой эволюции и механизмы ее реализации. Проблемы сопряженной

эволюции таксонов. Вымирание как необходимый компонент биологической эволюции. Основные формы вымирания. Возрастание биотического потенциала видов как результат смены видов. Снижение конкурентоспособности, изменения климата, окружающей среды, геологические катастрофы и др. Направленность эволюционного процесса. Антидарвиновские теории ортогенеза. Возможности и ограничения внутренних и внешних факторов эволюции как причина направленности микроэволюции. Основные формы направленной эволюции (ортоселекция, параллельная эволюция). Концепция номогенеза (Л. С. Берг), эволюционные взгляды А. А. Любищева, гипотеза «прерывистого равновесия» (Элдридж, Гулд). Понятие «стазиса». Гипотеза разобщенности механизмов макро- и микроэволюции (Р. Гольдшмидт). Современные представления о генетических механизмах макроэволюции. Факторы макроэволюции (филогенетический дрейф, направленное видообразование, отбор видов). Закономерности взаимоотношения онтогенеза и филогенеза. Биогенетический закон Э. Геккеля. Критика закона Э. Геккеля.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Проблема неотении, ее значение.
2. Общие проблемы стадийности и эволюции стадий в онтогенезе.
3. Роль регуляторной части генома в макроэволюции.
4. Основные факторы вымирания.

### **Тема 5. Филогения. Методы эволюционной биологии**

#### *Методические рекомендации*

Филогения. Филогенетические деревья (кладограммы, филограммы). Принцип дихотомии. Понятие длины ветвей (варианты их измерения). Связь филогенетики и систематики. Понятия монофилетической, полифилетической и парафилетической группы. Кладистический принцип в современной систематике. Методы построения филогенетических деревьев: метод ближайшего соседа, метод парсимонии, метод максимального правдоподобия. Статистический анализ достоверности деревьев. Метод молекулярных часов. Условия применимости и источники искажений. Методы выявления следов отбора при анализе геномных последовательностей. Экспериментальные подходы к исследованию эволюции генов и их функций.

#### *Вопросы для самоконтроля*

1. Метод Макдональда-Крейтмана.
2. Положительный и отрицательный отбор мутаций.
3. Методы для филогенетических реконструкций.
4. Подходы для обнаружения следов положительного и отрицательного отбора в генетическом локусе.

## Тема 6. Онтогенетические аспекты эволюции

### *Методические рекомендации*

Характерные особенности онтогенеза (стадии, механизмы дифференцировок тканей и органов, генетический контроль). Роль гомеозисных генов и модульной организации онтогенеза в эволюции фенотипов. Закономерности эволюции онтогенеза и его связь с филогенезом. Законы Бэра, Мюллера и Геккеля о закономерностях онтогенетического развития. Теория филэмбриогенезов А.Н. Северцова. Теория «песочных часов» в эволюции индивидуального развития. Понятия и примеры архаллакисов, девиаций, анаболий, ценогенезов. Понятия и примеры гетеротопии и гетерохронии как пути возникновения новых фенотипов и планов строения. Направления эволюции онтогенеза (автономизация, стабилизация, рационализация, эмбрионизация). Понятие канализированности и эквифинальности онтогенеза. Причины устойчивости и пластичности признаков фенотипа. Функциональная дифференциация и интеграция организма. Корреляции и координации: примеры, влияние корреляций на скорость и направленность адаптивной эволюции. Эволюция эпигенетического ландшафта (по Шмальгаузену и Уоддингтону). Модель генетической ассимиляции. Образование новых признаков путем сальтаций (теория Гольдшмидта). Взаимосвязь структуры и функции. Способы и примеры эволюции функций и органов. Смена функции в эволюции.

### *Вопросы для самоконтроля*

1. Пластичность (фенотипическая, эволюционная).
2. Адаптивная стратегия.
3. Субституция функций и органов.
4. Экзаптация и кооптация.

## 2 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Семинарские занятия по дисциплине «Теория эволюции» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

Тематический план практических (ПЗ) занятий представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Структура ПЗ

Номер темы	Содержание лекционного занятия
1	Синтетическая теория эволюции (СТЭ). Моделирование микроэволюционного процесса
2	Генетическая и надгенетическая изменчивость
3	Возникновение и развитие эволюционных идей
4	Доказательства эволюции
5	Эволюция, как объективный процесс
6	Эволюционная теория Чарльза Дарвина
7	Концепция гаметного резервуара

На практическом занятии обучающийся должен принимать активное участие в обсуждении рассматриваемых вопросов, поддерживать диалог с преподавателем и другими обучающимися. При подготовке к практическим занятиям обучающийся должен подготовить пройденный лекционный материал

### **Тема 1. Синтетическая теория эволюции (СТЭ). Моделирование микроэволюционного процесса**

**Цель занятия:** изучить факторы эволюции, обуславливающие причины и процессы, их влияние на генофонд и фенотипическое разнообразие.

**Задание 1:** решите задачи.

**Задание 2:** заполните таблицу 4.

**Задача 1.** Пусть в партеногенетической популяции есть равное количество (по 50 %) особей с генотипом 1 и генотипом 2. При равных условиях за одно и то же время от особи с генотипом 1 производится в среднем 400 особей потомства, а от особи с генотипом 2 – 380 особей потомства. Определите:

- 1) селективную ценность генотипа 2 по отношению к генотипу 1;
- 2) какова будет частота особей с генотипом 2 в популяции в 5-м, 25-м, 50-м, 100-м, 200-м поколениях? Сколько примерно поколений 8 потребуется для полной элиминации генотипа 2, если предел демографического насыщения ниши составляет 150 особей?

3) при каком минимальном размере популяции, сделанные вами предсказания можно будет считать достаточно надежными?

**Задача 2.** Пусть в партеногенетической популяции есть 5 % особей с генотипом 1 и 95 % с генотипом 2. При равных условиях за одно и то же время от особи с генотипом 1 производится в среднем в 1,1 раз больше потомства, чем от особи с генотипом 2. Определите:

1) селективную ценность генотипа 2 по отношению к генотипу 1;

2) какова будет частота особей с генотипом 1 в популяции в 50-м, 200-м, 500-м поколениях? Сколько примерно поколений потребуется для полной элиминации генотипа 2, если предел демографического насыщения ниши составляет 1000 особей?

3) при каком минимальном эффективном размере популяции, сделанные вами предсказания можно будет считать достаточно надежными?

Таблица 4 – Факторы эволюции

Фактор	Обуславливающие причины и процессы	Влияние на генофонд и фенотипическое разнообразие
Естественный отбор А) стабилизирующий Б) движущий В) дизруптивный Г) балансирующий Д) групповой		
Соотбор		
Генетический дрейф		
Мейотический драйв		
Поток генов		
Горизонтальный перенос генов		
Инбридинг		
Мутагенез		
Изоляция		

## Тема 2. Генетическая и надгенетическая изменчивость

**Цель занятия:** изучить характеристики мутаций, обуславливающие процессы (экзогенные и эндогенные), а также возможные эволюционные следствия.

В 30-е гг. генетики проводили опыты по получению мутаций у мух при помощи облучения (типа аномалии развития крыльев, глаз, пигментации и т.п.). Путем проведения систематического инбридинга в сочетании с отбором получали чистые линии, гомозиготные по данным мутациям. Однако нередко при дальнейшем поддержании линии (без селекции) через некоторое количество поколений выраженность признака постепенно снижалась вплоть до

полной реверсии к нормальному фенотипу. Тем не менее при получении гибридов от этих мух с нормальными (немутантными) мухами в F2 снова выщеплялись особи с выраженным мутантным фенотипом.

**Задание 1:** предложите возможное объяснение этим данным.

**Задание 2:** заполните таблицу 5.

Таблица 5 – Характеристика мутаций

Тип мутации	Обуславливающие процессы (экзогенные и эндогенные)	Возможные эволюционные следствия
<b>Точечные мутации:</b>		
Замены нуклеотидов (транзиции, трансверсии, миссенс-, нонсенс-мутации) Выпадения или вставки 1 или нескольких нуклеотидов		
<b>Хромосомные мутации:</b>		
Транслокации Делеции Инсерции Инверсии		
<b>Геномные мутации:</b>		
Полиплоидия Анеуплоидия		
Мутации типа вариации числа копий сегментов хромосом (CNV)		
Перемещения мобильных элементов		

### Тема 3. Возникновение и развитие эволюционных идей

**Цель занятия:** изучить основные эволюционные идеи

Эволюционные идеи – представления об историческом развитии наблюдаемого разнообразия жизни – возникали еще тысячелетия назад. Все более обогащаясь фактами с прогрессом естествознания, они привели в конце XVIII в. к формированию революционного учения – теории эволюции Ч. Дарвина. Для понимания современного состояния и проблем эволюционного

учения необходимо знание основных исторических этапов формирования эволюционизма. Таких этапов, по существу, лишь два – додарвиновский и дарвиновский.

Представления об изменяемости окружающего мира, и в том числе живых существ, впервые сложились у ряда античных философов. Среди них Гераклит Эфесский (конец VI – начало V в. до н.э.) известен как создатель концепции вечного движения и изменяемости всего существующего. По представлениям Эмпедокла (ок. 490 – ок. 430 до н.э.), организмы сформировались из первоначального хаоса в процессе случайного соединения отдельных структур, причем неудачные варианты (уроды) погибали, а гармоничные сочетания сохранялись (своего рода наивные представления об отборе как направляющей силе развития). Автор атомистической концепции строения мира Демокрит (ок. 460 – ок. 370 До н.э.) полагал, что организмы могут приспосабливаться к изменениям внешней среды. Тит Лукреций Кар (ок. 95–55 До н.э.) в своей знаменитой поэме «О природе вещей» высказал мысли об изменяемости мира и самозарождении жизни.

Аристотель (384–322 до н.э.) считал о единстве плана строения высших животных (сходство строения соответствующих органов у разных видов было названо Аристотелем «аналогией»), о постепенном усложнении («градации») строения в ряду организмов.

Средние века стали временем затянувшегося застоя в развитии естественноисторических представлений. Господствовавшие догматические формы религиозного мировоззрения не допускали идеи изменяемости мира. Соответствующие представления античных философов были преданы забвению. Возможности для развития эволюционных идей появились лишь после эпохи Возрождения (XV–XVI вв.), когда европейская наука сделала значительные шаги вперед в познании окружающего мира.

Постепенно были накоплены многочисленные данные, говорившие об удивительном разнообразии форм организмов. Эти данные нуждались в систематизации. Важный вклад в этой области был сделан знаменитым шведским естествоиспытателем К. Линнеем (1707–1778), которого справедливо называют создателем научной систематики организмов. Следует отметить, что Линней последовательно придерживался точки зрения о неизменности видов, созданных Творцом.

Креационизм – основанным на религиозных догмах о неизменности созданного Творцом мира и получившим название «креационизм» (от лат. creatio – созидание, порождение).

Постепенно начали вновь формироваться представления об изменяемости мира и, в частности, о возможности исторических изменений видов организмов. Эти представления именовались «трансформизмом» (от лат. transformatio – преобразование). Наиболее яркими представителями трансформизма были естествоиспытатели и философы Р. Гук (1635–1703), Ж. Ламеттри (1709–1751), Ж. Бюффон (1707–1788), Д. Дидро (1713–1784), Эразм Дарвин (1731–1802), И. В. Гёте (1749–1832), Э. Жоффруа Сент-Илер (1772–1844).



Честь создания первых эволюционных теорий принадлежит великим естествоиспытателям XIX в. Ж. Б. Ламарку (1744–1829) и Ч. Дарвину (1809–1882). Эти две теории почти во всем противоположны: и в своей общей конструкции, и в характере доказательств, и в основных выводах о причинах и механизмах эволюции, и в своей исторической судьбе.

**Задание:** используя рисунок 1, попытайтесь объяснить возникновение такого приспособления, как длинная шея жирафа, по Ламарку (1–3) и Дарвину (1.1–3.1).

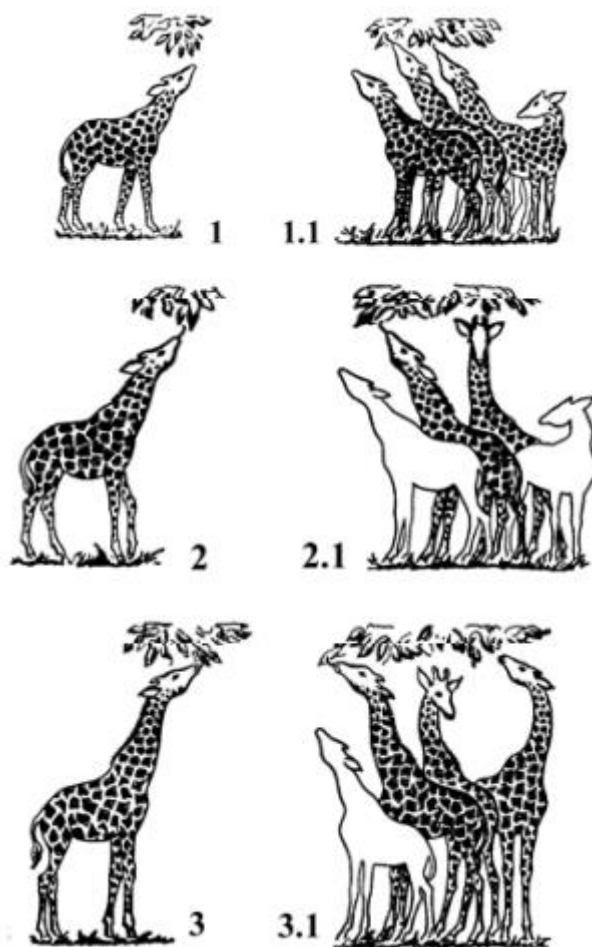


Рис. 1. Развитие длинной шеи у жирафа: 1–3 по Ламарку; 1.1–1.3. по Дарвину

#### Тема 4. Доказательства эволюции

**Цель занятия:** изучить доказательства эволюции

Главнейшими из методов изучения (доказательств) эволюционного процесса, представляемых биологическими дисциплинами, являются:

- палеонтологические – ископаемые переходные формы (формы организмов, сочетающие признаки более древних и молодых групп), палеонтологические ряды (ряды ископаемых форм, связанные друг с другом в

процессе эволюции и отражающие ход филогенеза), последовательность ископаемых форм, изучение смены флор и фаун, эволюции экосистем;

- биогеографические – сравнение флор и фаун, особенности распространения близких форм, островные формы, прерывистое распространение, реликты (отдельные виды или небольшие группы видов с комплексом признаков, характерных для давно вымерших групп прошлых эпох);

- морфологические – гомология органов (органы с общим планом строения, развивающиеся из сходных зачатков, находящиеся в сходном соотношении с другими органами и выполняющие как сходные, так и различные функции), рудиментарные органы (органы или структуры сравнительно недоразвитые и утратившие основное значение в процессе эволюции), атавизмы (органы или структуры, не несущие каких-либо функций для вида, встречающиеся лишь у отдельных особей, но хорошо развитые у предковых форм), сравнительно-анатомические ряды;

- эмбриологические – зародышевое сходство (чем более ранние стадии индивидуального развития исследуются, тем больше сходства обнаруживается между различными организмами), принцип рекапитуляции (в процессе онтогенеза повторяются – рекапитулируют – многие черты строения предковых форм);

- экологические; генетические; методы систематики; методы биохимии и молекулярной биологии.

**Задание 1:** одним из доказательств эволюции является единство органического мира, в котором существует ряд организмов, занимающих промежуточное положение между крупными систематическими группировками – переходные формы. На рисунке 2 представлены некоторые из ныне существующих переходных форм организмов. Познакомьтесь с данными организмами и укажите в их строении признаки разных типов организации.

**Задание 2:** во время кругосветного плавания Ч. Дарвин обнаружил в Южной Америке находки скелетов ископаемого гигантского ленивца, сходные со скелетами ныне живущих видов, выявил черты различия в видовом составе фауны Северной и Южной Америки и отметил высокий процент эндемиков среди птиц и рептилий Галапагосского архипелага. О чем свидетельствуют данные факты?

**Задание 3:** изучение эмбрионального развития высших, наземных позвоночных показало, что у них закладываются и достигают известного уровня развития некоторые органы, не имеющие у взрослого животного никакого значения, но вполне сходные с органами, характеризующими взрослых рыб. Рассмотрите рисунок 3 и ответьте, о чем свидетельствует факт закладки частей жаберного аппарата у зародышей наземных позвоночных?

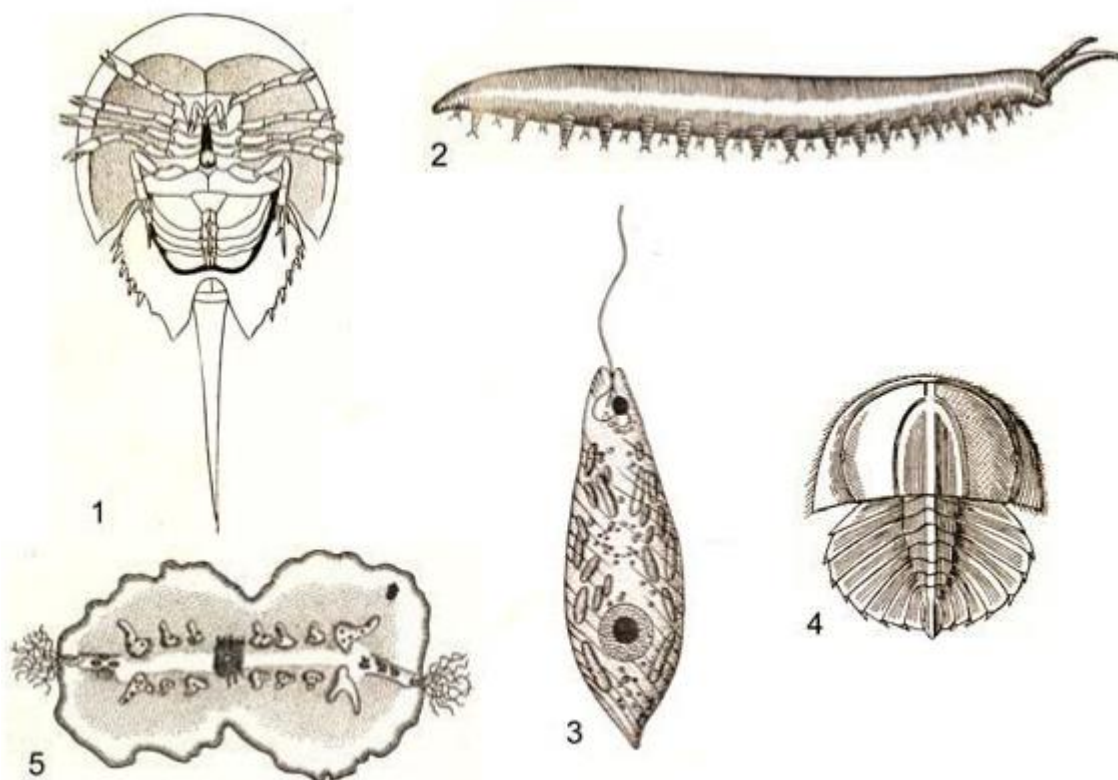


Рис. 2. Ныне существующие переходные формы: 1 – Мечехвост – занимает промежуточное положение между членистоногими и ископаемыми трилобитами; 2 – Перипатус – сочетает признаки членистоногих и кольчатых червей; 3 – Эвглена – сочетает признаки растений и животных; 4 – личинка мечехвоста, похожая на личинку трилобита; 5 – ползающий гребневик – считает признаки кишечнополостных и плоских червей

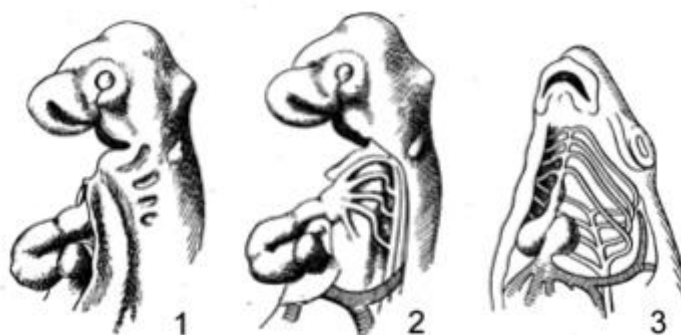


Рис. 3. Жаберный аппарат зародыша курицы и костистой рыбы:  
1 – зародыш курицы; 2 – зародыш курицы с удаленными покровами;  
3 – жаберные дуги курицы

## Тема 5. Эволюция, как объективный процесс

**Цель занятия:** изучать основные закономерности эволюции

С момента возникновения жизни органическая природа находится в непрерывном развитии. Процесс эволюции длится уже сотни миллионов лет, и его результатом является то разнообразие форм живого, которое во многом до

конца еще не описано и не классифицировано. Формы живого служат и продуктом, и объектом эволюции, т.е. представляют фактическую основу для изучения процесса эволюции.

Отрицание возможности самозарождения жизни в настоящее время не противоречит представлениям о принципиальной возможности развития органической природы и жизни в прошлом из неорганической материи. В проблеме возникновения биологического обмена на Земле еще много неясного. Занесена ли жизнь на Землю или она здесь возникла, прошел ли биологический обмен через коацерватное состояние или первоначально возникает генетический код, почему некоторые редкие элементы в земной коре (молибден, магний) стали играть большую роль в биологическом обмене, чем обычные элементы (кремний, кальций)? Подобных вопросов много, они ждут своего объяснения. Но научно достоверной остается возможность возникновения жизни из неорганического вещества посредством действия физических факторов среды и действия предбиологического отбора.

**Задание:** Познакомьтесь со схемой происхождения эукариотической клетки и ее органоидов путем выпячивания клеточной мембраны на рисунке 4. Какими цифрами обозначены следующие структуры: хромосомы, кольцевая ДНК прокариот, ядро, ядерное выпячивание, митохондриальное выпячивание, митохондрия, пластидное выпячивание, хлоропласты?

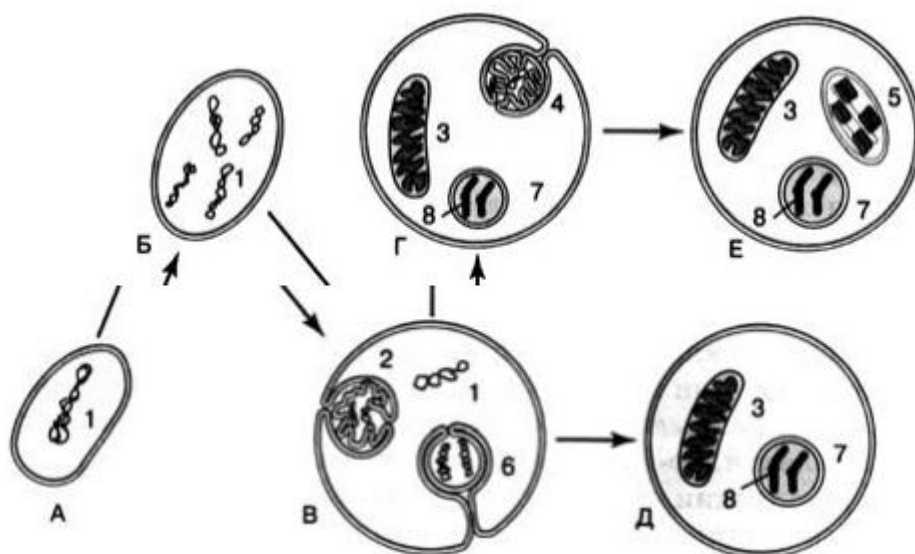


Рис. 4. Происхождение эукариотической клетки путем выпячивания: А – протоклетка, Б – клетка гипотетических прокариот, В, Г – клетки на стадии формирования митохондрий, ядра и пластид соответственно, Д, Е – клетки животных и растений

## Тема 6. Эволюционная теория Чарльза Дарвина

**Цель занятия:** изучить основные положения теории эволюции Ч. Дарвина

Теория Чарльза Дарвина, известная под названием теории естественного отбора, является одной из вершин научной мысли XIX в. Однако ее значение выходит далеко за пределы своего века и за рамки биологии: теория Дарвина стала естественноисторической основой материалистического мировоззрения. Данные для обоснования своей теории Дарвин собирал в течение многих лет. Первый очерк теории был написан уже в 1842 г., но не был опубликован в течение многих лет, на протяжении которых Дарвин продолжал собирать и анализировать новые данные. Великий труд Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» вышел в свет лишь в 1859 г. Важнейшие ее положения:

1. Организмам как в прирученном, так и в диком состоянии свойственна наследственная изменчивость. Наиболее обычной и важной формой изменчивости является неопределенная. Стимулом для возникновения изменчивости организмов служат изменения внешней среды, но характер изменчивости определяется спецификой самого организма, а не направлением изменений внешних условий.

2. В центре внимания эволюционной теории должны находиться не отдельные организмы, а биологические виды и внутривидовые группировки (популяции).

3. Все виды организмов в природе вынуждены вести жестокую борьбу за свое существование. Борьба за существование для особей данного вида складывается из их взаимодействия с неблагоприятными биотическими и абиотическими факторами внешней среды, а также из их конкуренции между собой. Последняя является следствием тенденции всякого вида к безграничному размножению и огромного «перепроизводства» особей в каждом поколении. По Дарвину, важнейшей является именно внутривидовая борьба.

4. Неизбежным результатом наследственной изменчивости организмов и борьбы за существование является естественный отбор – преимущественное выживание и обеспечение потомством лучше приспособленных особей. Хуже приспособленные организмы (и целые виды) вымирают, не оставляя потомства.

5. Следствиями борьбы за существование и естественного отбора являются: развитие приспособлений видов к условиям их существования (обуславливающее «целесообразность» строения организмов), дивергенция (развитие от общего предка нескольких дочерних видов, все большее расхождение их признаков в эволюции) и прогрессивная эволюция (усложнение и усовершенствование организации).

6. Частным случаем естественного отбора является половой отбор, который обеспечивает развитие признаков, связанных с функцией размножения.

7. Породы домашних животных и сорта сельскохозяйственных растений созданы посредством искусственного отбора, аналогичного естественному отбору, но ведущегося человеком в своих интересах.

**Задание 1:** Ч. Дарвин в 1871 г. писал: «Но если бы сейчас ... в каком-либо теплом водоеме, содержащем все необходимые соли аммония и фосфора и доступном воздействию света, тепла, электричества и т.п., химически

образовался белок, способный к дальнейшим, все более сложным превращениям, то это вещество немедленно было бы разрушено или поглощено, что было невозможно в период до возникновения живых существ». Подтвердите или опровергните данное высказывание Ч. Дарвина. Как вы понимаете, что живое вещество с момента своего возникновения становится активным фактором собственного существования?

**Задание 2:** заполните таблицу 6, сравнив искусственный и естественный отбор.

Таблица 6 – Естественный и искусственный отбор

Показатели для сравнения	Искусственный отбор	Естественный отбор
Материал для отбора		
Характер индивидуальных различий у отбираемых особей		
Судьба особей – обладателей неблагоприятных изменений		
Судьба особей – обладателей благоприятных изменений		
Фактор отбора		
Характер действия отбора		
Скорость действия отбора		
Результат отбора		

## Тема 7. Концепция гаметного резервуара

**Цель занятия:** изучить концепцию гаметного резервуара

Допустим, что по рассматриваемому признаку наблюдается панмиксия – свободное скрещивание, при котором данный признак не влияет на образование брачных пар. В этом случае любая особь с определенным гено/фенотипом может скрещиваться с любой особью с любым другим гено/фенотипом. Тогда зиготы образуются при попарном объединении гамет случайным образом. Такой подход к изучению микроэволюционных процессов называется концепцией гаметного резервуара. В рассматриваемой эволюционной модели мы игнорируем половой отбор, сущность которого заключается в неслучайном образовании брачных пар. Разумеется, в реальных природных популяциях протекают более сложные процессы воспроизведения генотипов. Например, одни сочетания аллелей образуются с большей вероятностью, а другие – с меньшей. Для учета влияния полового отбора в модель вводятся коэффициенты ассортативности, коэффициенты инбридинга и другие дополнительные показатели.

**Задание 1:** примером сложной адаптаций является насекомоядность у некоторых растений. Опишите процесс исторического развития такой адаптации.

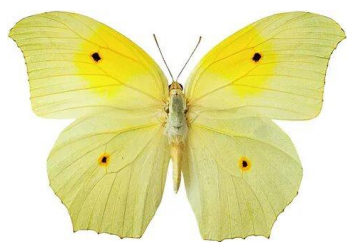
**Задание 2:** самый удивительный актер в животном мире – многоликий осьминог, способный изобразить ската-хвостокола, морскую змею, рыбу собачку, актинию, ракабогомолы и других животных. В его репертуаре, по меньшей мере, 15 ролей. Он способен изменять не только окраску, но и форму тела и поведение. Одна из самых впечатляющих пантомим – «морская змея». При появлении хищника осьминог погружает шесть щупалец в воду, а двумя другими изображает извивающуюся ленту. Имитируя камбалу, он расплывается по грунту, спрятав под себя щупальца, и становится светло-коричневым. Подражая манере камбалы плавать, он выталкивает из своей воронки воду и движется планирующими скачками у самого дна. Как Вы думаете, можно ли считать такие уникальные способности формой мимикрии? Ответ обоснуйте.

**Задание 3:** к числу важнейших адаптаций относятся морфологические адаптации, например, разнообразные типы окраски (покровительственные, предостерегающие). Изучите иллюстрации насекомых на рисунке 5 и заполните таблицу 7.

Таблица 7 – Защитная окраска у насекомых

Виды насекомых	Окраска тела (крыльев)	Защитные свойства окраски	Тип окраски
Бабочка лимонница			
Кобылка трескучая			
Кузнечик зеленый			
Медведица кайя			
Жук божья коровка			
Гусеница гарпии			
Клоп-солдатык			
Итальянский клоп			
Колорадский жук			
Богомол			
Сосновый слоник			
Бабочка пестрянка			
Шмель земляной			
Гусеница махаона			
Шершень			

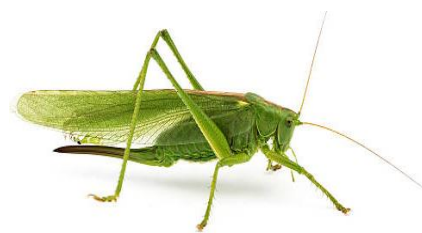




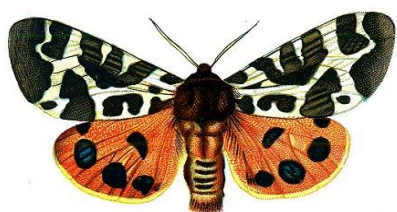
Бабочка лимонница



Кобылка трескучая



Кузнечик зеленый



Медведица кайя



Жук божья коровка



Гусеница гарпии



Клоп-солдатик



Итальянский клоп



Колорадский жук



Богомол



Сосновый слоник



Бабочка пестрянка



Шмель земляной



Гусеница махаона



Шершень

Рис. 5. Защитная окраска у насекомых



## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Иорданский, Н. Н. Основы теории эволюции / Н. Н. Иорданский. – Москва: Просвещение, 1979. – 189с.
2. Воронцов, Н. Н. Развитие эволюционных идей в биологии / Н. Н. Воронцов; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова, Учеб.-науч. центр довуз. подгот. – Москва: Прогресс-Традиция, 1999. – 639 с.
3. Георгиевский, А. Б. Дарвинизм / А. Б. Георгиевский. – Москва: Просвещение, 1985. – 271 с.
4. Северцев, А. С. Теория эволюции / А. С. Северцев. – Москва: Гуманитар. изд. центр ВЛАДОС, 2005. – 380 с.
5. Айала, Ф. Введение в популяционную и эволюционную генетику / Ф. Айла. – Москва, 1984
6. Алтухов, Ю. П. Генетические процессы в популяциях / Ю. П. Алтухов. – Москва, 1983.
7. Воронцов, Н. Н. Эволюция органического мира / Н. Н. Воронцов, Л. Н. Сухорукова. – Москва: Просвещение, 1991.
8. Завадский, К. М. Вид и видообразование / К. М. Завадский. – Москва, 1967.
9. Майер, Э. Популяции, виды и эволюция / Э. Майер. – Москва: Мир, 1974.
10. Рычков, Ю. Г. Антропология и генетика изолированных популяций / Ю. Г. Рычков. – Москва, 1985.
11. Вопросы эволюции: метод. пособие к курсу «Теория эволюции» / И. П. Герви; Науч. центр эволюции Земли и человека. – Калининград: Янтарный сказ, 2001. – 383 с.
12. Эволюция: Происхождение Вселенной, жизни на Земле, популяционно-генетические основы эволюции живых организмов, макроэволюция: учеб. пособие / Н. П. Бирюков. – Калининград: Издательство КГУ, 1999. – 267 с

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
(ЗАЧЕТ)**

1. Понятие об эволюции, предмет, цели и задачи эволюционной теории.
2. Основные методы изучения эволюционного процесса.
3. Концепции эволюции Ж. Б. Ламарка.
4. Концепция эволюции Ж. Кювье.
5. Эволюционная концепция Э. Дарвина, Д. Уоллеса.
6. Гипотеза самозарождения и ее опровержение.
7. Этапы биогенеза.
8. Биосфера планеты в архее и протерозое.
9. Беспозвоночные и хордовые.
10. Особенности эволюции животных.
11. Закономерности эволюции растительности палеозоя.
12. Происхождение млекопитающих.
13. Понятие изменчивости, ее формы, закономерности, причины.
14. Понятие борьбы за существование как одной из движущих сил эволюции.
15. Понятие естественного отбора, его основные формы, направления, особенности.
16. Элиминация, ее основные формы.
17. Принципы искусственного отбора.
18. Понятие движущего отбора.
19. Понятие полового отбора, его роль в биологической эволюции.
20. Анализ происхождения пород домашних животных и сортов культурных растений.
21. Доказательства эволюции природных видов.
22. Биологическое значение вида.
23. Генетическая и экологическая структура вида.
24. Механизмы аллопатрического видообразования.
25. Роль наследственной изменчивости в эволюции.
26. Понятие о генофонде популяции.
27. Мутации как основа эволюционного процесса.
28. Комбинативная изменчивость и ее роль в эволюции.
29. Роль полового процесса и генетической рекомбинации в эволюции биологических систем.
30. Понятие изоляции.
31. Понятие микроэволюции.
32. Основные факторы микроэволюции.
33. Роль генетического дрейфа, мутационного давления, естественного отбора в микроэволюции.
34. Роль генетики в развитии синтетической теории эволюции.
35. Вымирание как необходимый компонент биологической эволюции.

36. Возможности и ограничения внутренних и внешних факторов эволюции как причина направленности микроэволюции.
37. Основные формы направленной эволюции.
38. Закономерности взаимоотношения онтогенеза и филогенеза.
39. Общие проблемы стадийности и эволюции стадий в онтогенезе.
40. Связь филогенетики и систематики.
41. Понятия монофилетической, полифилетической и парафилетической группы.
42. Методы построения филогенетических деревьев.
43. Характерные особенности онтогенеза (стадии, механизмы дифференцировок тканей и органов, генетический контроль).
44. Роль гомеозисных генов и модульной организации онтогенеза в эволюции фенотипов.
45. Закономерности эволюции онтогенеза и его связь с филогенезом.
46. Законы Бэра, Мюллера и Геккеля о закономерностях онтогенетического развития.
47. Теория «песочных часов» в эволюции индивидуального развития.
48. Понятия и примеры архаллаксисов, девиаций, анаболий, ценогенезов.
49. Понятия и примеры гетеротопии и гетерохронии как пути возникновения новых фенотипов и планов строения.
50. Направления эволюции онтогенеза.
51. Причины устойчивости и пластичности признаков фенотипа.
52. Функциональная дифференциация и интеграция организма.
53. Корреляции и координации: примеры, влияние корреляций на скорость и направленность адаптивной эволюции.
54. Образование новых признаков путем сальтаций (теория Гольдшмидта).
55. Способы и примеры эволюции функций и органов.

Локальный электронный методический материал

Анна Сергеевна Баркова  
Вероника Сергеевна Подлеснова

## ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

Редактор Е. Билко

Уч.-изд. л. 2,2. Печ. л. 1,8

Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Калининград, Советский проспект, 1