

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Геологический факультет

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана Геологического факультета

чл.-корр. РАН _____/Н.Н.Ерёмин/

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Современные методы филогенетических исследований

Автор - составитель: Журавлев А.Ю.

Уровень высшего образования:

Магистратура ИМ

Направление подготовки:

05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:

Геология и полезные ископаемые

Магистерская программа

Палеонтология и стратиграфия

Форма обучения:

Очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

Учебно-методическим Советом Геологического факультета

(протокол № _____, _____)

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Геология» (*программы магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*).

Год (годы) приема на обучение: 2022

© Геологический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована другими подразделениями университета и другими вузами без разрешения факультета.

Цель и задачи дисциплины

Цель учебного курса “Современные методы филогенетических исследований” представить палеонтологию как науку эволюционного цикла, данные которой позволяют изучать саму суть эволюции – закономерности в появлении и путях развития самых разных групп организмов.

Задачи

- дать представление о важном значении палеонтологического материала для анализа макро- и микроэволюционных явлений;
- продемонстрировать возможность использования больших палеонтологических баз данных для количественного и статистического анализа эволюционных процессов;
- Показать многообразие закономерных эволюционных явлений в истории жизни на Земле.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс “Современные методы филогенетических исследований” направлен на ознакомление студентов с современной тематикой фундаментальных палеонтологических исследований, связанных с анализом макро- и микроэволюционных явлений. Особое внимание уделяется обучению принципам составления баз палеонтологических данных, которые можно использовать для изучения методами количественного анализа и статистики. На примере видообразования, формировании сообществ и других важных для развития жизни на Земле процессов, которые проявляются только за длительные интервалы времени (сотни тысяч и миллионы лет), демонстрируется мозаичность эволюции, складывающаяся как из повторяющихся (закономерных) явлений так и из уникальных, или редких, событий и процессов стохастического и хаотического характера.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП – относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Освоение дисциплин «Антропология», «Зональная шкала палеозоя», «Зональная шкала мезозоя», «Современные проблемы палеозоологии позвоночных».

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения дисциплине (модулю), сопряженные компетенциями
ОПК-2М Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки при решении задач профессиональной деятельности.	М.ОПК-2. И-1. Использует на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки, при решении исследовательских и прикладных задач профессиональной деятельности.	Знать: закономерности макроэволюции; принципы составления баз палеонтологических данных; многообразие закономерных эволюционных явлений в истории жизни на Земле; методы палеогенетики
ПК-2М. Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного	М.ПК-2. И-1. Критически анализирует новейший отечественный и	Уметь: пользоваться современными методами филогенетических исследований при проведении самостоятельных научных исследований в области палеонтологии

<p>оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта</p>	<p>зарубежный опыт научно-исследовательских работ по тематике собственного исследования. М.ПК-2. И-3. Обрабатывает полученные результаты, формулирует выводы и рекомендации по использованию полученных результатов</p>	<p>Владеть: знаниями о разнообразии и функционировании биологических систем всех уровней, обладание способностью исследовать факторы, определяющие устойчивость и динамику биологических систем и объектов с применением высокотехнологичных методов и инновационных технологий.</p>
---	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 2 з.е., в том числе 28 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (лекции), 44 академических часов на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – зачёт.

5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.)

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы</i>		Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>	
		Лекции	Всего	Устные опросы	Всего
Раздел 1. Введение. Закономерности макроэволюции	9	2	2	7	7
Раздел 2. Темпы видообразования в геологическом прошлом	15	8	8	7	7
Раздел 3. Закон гомологических рядов в палеонтологии	11	4	4	7	7
Раздел 4. Формирование	13	6	6	7	7

палеосообществ					
Раздел 5. Палеоэмбриология и половой диморфизм на палеонтологическом материале	13	6	6	7	7
Раздел 6. Палеогенетика	9	2	2	7	7
Промежуточная аттестация <i>зачёт</i>	2	<i>Устный зачёт</i>		2	
Итого	72	28		44	

Содержание разделов дисциплины

Содержание лекций:

Раздел 1. Введение. Закономерности макроэволюции и их проявления на палеонтологическом материале. Правило и закон Копа. «Обратное» правило Копа. Исключения из правил Копа. Эффекты лилипутов и бробдингнегов. Закон необратимости эволюции Долло. Примеры несоблюдения закона Долло. Гипотеза «Чёрной королевы» Ван Валена. Концепция прерывистого равновесия.

Раздел 2. Темпы видообразования в геологическом прошлом. Эмпирические палеонтологические данные и кривые изменения разнообразия морских организмов в фанерозойском эоне Дж. Филлипса и Дж. Сепкоски (1982 и 1992 гг.) База палеонтологических данных для анализа количественных закономерностей макроэволюции (Paleobiology). Общая диверсификация морских семейств и родов включает пять относительно независимых трендов, выраженных в возникновении, диверсификации, а иногда и значительном спаде разнообразия последовательных фаун, которые Дж. Сепкоски назвал в порядке появления эдиакарской, томмотской (томмотским раньше назывался первый век кембрийского периода, отложения которого лучше всего представлены на р. Алдан, ниже пос. Томмот), собственно кембрийской, палеозойской и современной. Каждая из них достигала своего пика разнообразия раньше последующих, а её компоненты (наиболее характерные группы животных) или вскоре вымирали, или не играли существенной роли в дальнейшем росте разнообразия. Явления, предположительно обеспечивающие постоянный рост разнообразия. Увеличение средней продолжительности существования таксонов; бета- и гамма-факторы разнообразия. Бета-разнообразии отражает разницу между составами сообществ, второй — своеобразии биогеографических провинций. Рост бета-разнообразия в первую очередь выражался в появлении совершенно новых сообществ (скажем, инфаунных в раннекембрийскую эпоху, пелагических — в ордовикском периоде, гидротермальных — в силурийском), во вторую — в неоднородности и многообразии самих сообществ, особенно рифовых и хардграундовых. Изменения гамма-разнообразия были обусловлены не столько климатическим фактором (в гляциоэры климатическая зональность проявлялась отчётливее, но общее разнообразие фаун при этом сокращалось), сколько взаиморасположением континентов: при их дисперсном положении, благодаря обилию относительно изолированных эпиконтинентальных морей (покрывавших значительную площадь континентов), число провинций возрастало; когда континенты сходились в единый суперматерик, наоборот, сокращалось. Широкий сдвиг центров биоразнообразия в фанерозойском эоне. Зарождение и диверсификация новых групп высших таксонов в тёплом тропическом поясе планеты и широтный градиент разнообразия. Тропический пояс как «колыбель и музей» видов Дж. Стеббинса, что отражает более высокие темпы видообразования и низкие темпы вымирания в тропических широтах. Гипотеза Чёрной Королевы Л. Ван Валена (и писателя Л. Кэрролла): «Чёрная Королева бежит резвее, когда ей жарко» в приложении высоким темпам видообразования в тропиках. Периоды в истории Земли, когда центры разнообразия и диверсификации располагались в северных и южных высоких широтах (эдиакарский, ордовикский, триасовый); физико-географические, климатические и геохимические факторы такого смещения. Изменение темпов видообразования во времени — о чём свидетельствуют палеонтологические данные. Концепция «прерывистого равновесия» Дж. Гулда и Н. Эддреджа, согласно которой значительная часть эволюционных изменений относится к эпизодам аллопатрического видообразования, происходившим, как правило, быстро (в течение сотен тысяч лет) и в очень малых популяциях, обособившихся на периферии области обитания предкового вида.

В палеонтологической летописи этот процесс проявляется в форме длительного морфологического стазиса предкового вида и внезапного возникновения вида-потомка, обладавшего новым набором морфологических признаков. Концепция «прерывистого равновесия» в сопоставлении с «филетическим градуализмом» Ч. Дарвина.

Раздел 3. Закон гомологических рядов в палеонтологии. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Приложение закона Вавилова к исследованию морфологии современной и ископаемой фауны (В.М. Шимкевич, Д.Н. Соболев, А.Ю. Розанов). Генетически-селекционный механизм формирования гомологических рядов у окультуренных растений. Примеры проявления закона гомологических рядов на ископаемом материале: морфологические элементы скелета археоциат и ругоз; форма раковины аммонитов; строение передних хватательных конечностей у мантиспид (сетчатокрылые), мезотитанид и богомол; форма и рисунок крыльев, строение хоботка и антенн у каллиграмматид (сетчатокрылые) и булавоусых бабочек; окраска и строение перьев и скорлупы яиц у динозавров и различных групп птиц; строение мозга птерозавров, манирапторных динозавров и орнитуроморфных птиц. Проявление закона гомологических рядов в опытах Д.К. Беляева по доместикации лис (система гормоны-размножение-поведение-пигментация-внешняя морфология). Рефрены С.В. Мейена и последовательность появления гомологичных признаков у современных и ископаемых высших растений. Гомологии белков и генетических карт. Генетическая база закона гомологических рядов в наследственной изменчивости. Проявление закона гомологических рядов в формировании палеосообществ раннекембрийских рифов и каменноугольных тропических лесов. Координированный стазис палеосообществ.

Раздел 4. Формирование палеосообществ. Нишевая и нейтралисткая теории сообществ (Ф. Клементс, Ч. Элтон, Г.Ф. Гаузе, Дж. Хатчинсон, Х. Глисон, С.М. Раменский, С. Хаббелл, Р. Уиттэкер). Непрерывный континуум типов сообществ от нишевого до нейтралисткого. Современные бореальные и тропические дождевые лесные сообщества, сообщество тропического рифа как примеры нишевой и нейтралисткой структуры. Виды эдификаторы, или хабы. Альфа-, бета и гамма-разнообразие, выровненность, распределение частот встречаемости и обилия индивидуумов, коэффициент «распада», парные корреляции и другие количественные параметры палеосообществ. Долговременный (первые миллионы лет) «мониторинг» с высоким разрешением формирования и развития древних сообществ. Анализ эдиакарских морских бентосных сообществ и раннекембрийских рифовых сообществ. Неактуалистический тип сообществ. Признаки нишевых и нейтралистких палеосообществ. Организация сообществ: виоленты, пациенты и эксплеренты С.М. Раменского; конкуренты, рудералы и стресс-толеранты Дж. Грайма. Организация сообществ каменноугольного тропического леса. Сукцессии в ископаемых сообществах. Эволюционируют ли сообщества?

Раздел 5. Палеоэмбриология и половой диморфизм на палеонтологическом материале. Особенности сохранности ископаемых эмбрионов и внутриутробных плодов. Актюпалеонтологические эксперименты по фоссиллизации эмбрионов. Эдиакарские и кембрийские фосфатизированные эмбрионы, их сходство и различия с ископаемыми одноклеточными эукариотами и прокариотами. Ранний онтогенез «мягкотелых» эдиакарских организмов, или вендобионтов. Сравнение онтогенеза эдиакарских «членистых» организмов и раннепалеозойских членистоногих. Формы размножения и возможный жизненный цикл эдиакарских организмов.

Яйца, личиночная раковина и ранний онтогенез раннепалеозойских моллюсков (гельционеллоиды, ростроконхии, гастроподы) и лофофорат (томмотииды, акротретидные, сифонотретидные, патеринидные, лингулидных, куторгинидные и пентамеридные брахиоподы). Личиночная раковина наутилоидных головоногих моллюсков и аммонитов. Изменение репродуктивной стратегии головоногих в течение фанерозойского эона. Астогенез мшанковых колоний. Эмбриональное и личиночное прямое развитие ранних циклоневралий (головохоботных червей). Загадочные кембрийские эмбрионы с прямым развитием, которых отождествляют с кндариями. Яйца и жизненный цикл ископаемых круглых червей. Яйца, личинки и онтогенез трилобитов и других ранних членистоногих. Кембрийские науплиусы и мезозойские личинки высших ракообразных.

Личиночное развитие ископаемых насекомых. Различия в личиночной части жизненного цикла ископаемых и современных насекомых, принадлежащих к одному и тому же таксону. Первые голометаболические личинки насекомых с полным превращением. Предполагаемый порядок экспрессии доменов Нох-комплекса у ископаемых личинок насекомых. Изменения репродуктивной стратегии насекомых в течение фанерозойского эона. Особенности развития эмбриона в яйцах птерозавров, разных групп динозавров и «птиц». Появление внутреннего оплодотворения и живорождения в различных линиях низших и высших позвоночных на примере ископаемых форм (пикнодонтидные пластинокожные рыбы, заурихтиформные ганоиды, водные архозавроморфы, ихтиозавры, плезиозавры, мозазавры, плацентарные млекопитающие).

Микрофлора новорождённых и взрослых мамонтов.

Раздел 6. Палеогенетика. Генетические исследования древней ДНК, содержащейся в ископаемых организмах. Палеогенетические исследования: филогенетический и филогеографический анализы и др. Методы палеогенетики. Первые древние ДНК: квагга; египетская мумия (2,4 тыс. лет). История палеогенетики. Метод высокопроизводительного параллельного секвенирования ДНК. Палеогенетика человека.

7. Фонд оценочных средств (ФОС) для оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

7.1. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Для текущего контроля успеваемости студентов по курсу «Современные методы филогенетических исследований» используются устные опросы по пройденным разделам. По итогам обучения в третьем семестре проводится зачёт.

Примерные вопросы устных опросов:

- 1) В какие геологические периоды центры диверсификации морских животных были сосредоточены в тропическом поясе, а в какие – нет?
- 2) Точная принадлежность эдиакарских «мягкотелых» организмов неизвестна: можно ли, тем не менее, изучать количественные параметры эдиакарских палеосообществ?
- 3) Какие макро- и эволюционные явления и изучались на археоциатах?
- 4) Охарактеризуйте изменения репродуктивной стратегии насекомых в течение каменноугольного–мелового периодов.
- 5) В чем проявляется параллелизм в эволюции птерозавров, манирапторных динозавров и орнитуроморфных птиц?

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации.

Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:

- 1) Что такое эволюционные фауны Дж. Сепкоски?
- 2) Какие общие длительные макроэволюционные количественные тенденции вы можете назвать?
- 3) Можно ли изучать микроэволюционные процессы на палеонтологическом материале и какие методы для этого существуют?
- 4) На каких ископаемых группах было показано явление гомологических рядов? В чём это явление выражается?
- 5) Что такое рефрены С.В. Мейена? Как связано это явление с законом гомологических рядов?
- 6) Как проявляется закон гомологических рядов в формировании палеосообществ?

- 7) Какие количественные характеристики отличают эдиакарские и раннекембрийские бентосные морские сообщества от современных?
- 8) Можно ли говорить, что на разных этапах в историческом прошлом Земли преобладали нишевые или, наоборот, нейтралистские типы палеосообществ?
- 9) Что такое «координированный стазис» и в чём выразилось это явление?
- 10) По каким признакам можно отличить личиночную раковину от раковины взрослого организма?
- 11) Какие выводы о развитии динозавров можно сделать, изучая их эмбрионы и структуру скорлупы яиц?
- 12) Чем отличалось эмбриональное развитие динозавров от такового современных птиц?
- 13) Внутренне оплодотворение и живорождение независимо появилось в разных группах позвоночных: были ли общие причины, способствовавшие развитию этого явления?
- 14) Методы палеогенетики

Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине (зачет).

Оценка результатов обучения, <i>соответствующие виды оценочных средств</i>	Незачет	Зачет
Знания закономерностей макроэволюции; принципов составления баз палеонтологических данных; многообразия закономерных эволюционных явлений в истории жизни на Земле; методов палеогенетики <i>(устный опрос)</i>	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания
Умения пользоваться современными методами филогенетических исследований при проведении самостоятельных научных исследований в области палеонтологии <i>(устный опрос)</i>	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)
Владения знаниями о разнообразии и функционировании биологических систем всех уровней, обладание способностью исследовать факторы, определяющие	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

устойчивость и динамику биологических систем и объектов с применением высокотехнологичных методов и инновационных технологий (<i>устный опрос</i>)		
--	--	--

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

- основная литература:

1. Журавлев А.Ю. Похождения видов. Москва: Альпина нон-фикшн, 2022.

- дополнительная литература:

1. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Москва: Наука, 1987.
2. Журавлев А.Ю. Сотворение Земли. Как живые организмы создали наш мир Москва: Альпина нон-фикшн, 2019.
3. Марков А.В. Рождение сложности. Москва: Астрель, 2010.
4. Марков А., Неймарк Е. Перспективы отбора. Москва: CORPUS, 2019.
5. Медников Б.М. Избранные труды: организм, геном, язык. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2005.
6. Мейен С.В. Листья на камне. Москва: ГЕОС, 2001.
7. Разумовский С.М. Труды по экологии и биогеографии. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2011.
8. Северцов А.С. Теория эволюции. Москва: Владос, 2004.
9. Северцов А. Эволюция. Есть ли вершина? Минск: Дискурс, 2018.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

- лицензионное

не требуются

- нелицензионные и свободного доступа

пакет программ Open Office

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

не требуется

Г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы: рекомендуется пользоваться официальными материалами по стратиграфии, размещенными на сайтах кафедры биологической эволюции <http://bioevolution-msu.ru>; Научного портала «Элементы» <http://elementy.ru>; сайта Paleobiology Database www.paleodb.org.

Д) Материально-техническое обеспечение: — мультимедийный проектор, ПК, экран, выход в Интернет.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — профессор кафедры биологической эволюции биологического факультета Журавлев А.Ю., преподаватель — Журавлев А.Ю.

11. Разработчик программы: Журавлев А.Ю.