

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

Бактериальная палеонтология

Авторы-составители: Розанов А.Ю., Жегалло Е.А.

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 № _____, _____)

Москва

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

Целью дисциплины «Бактериальная палеонтология» является изучение ископаемых микроорганизмов, в том числе, в древнейших породах и астроматериалах.

Задачи

— овладение навыками идентификации микроорганизмов, как морфологической, так и химической;

— знакомство с условиями фоссилизации, геохимической и средообразующей ролью бактерий, вкладом бактерий в образование пород и полезных ископаемых; ролью прокариотных организмов в эволюции живых существ.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Учебный курс «Бактериальная палеонтология» включает в себя ознакомление с основными группами ископаемых биоморфных структур, их морфологией, химическим составом, систематикой, участием в геологических процессах, интерпретацией с их помощью гео-биологических событий, знакомство с методикой изучения, включая эксперименты по минерализации.

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

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Знания в части общекультурной и общенаучной подготовки – на уровне требований Образовательного стандарта МГУ направление «Геология», уровень бакалавриат, знания в области геологии в соответствии с требованиями вступительного экзамена в магистратуру.

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

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
ОПК-4М. Способен в процессе решения профессиональных задач самостоятельно получать, интерпретировать и обобщать результаты, разрабатывать рекомендации по их практическому использованию	М.ОПК-4. И-1. Владеет навыками самостоятельного получения результатов при решении задач профессиональной деятельности. М.ОПК-4. И-2. Объективно оценивает полученные результаты, обобщает их, формулирует выводы.	Знать: историю становления бактериальной палеонтологии и ее место среди естественных наук; закономерности сохранения биоморфных структур в ископаемом состоянии в земных породах и астроматериалах, основные методы изучения ископаемых микроорганизмов и их сообществ и существующие методики экспериментального исследования способов фоссилизации современных микроорганизмов; основные закономерности эволюции прокариотной части биоты и систематику микроорганизмов; способы воздействия микроорганизмов на геологическую среду как актуалистический материал для интерпретации геологических объектов;
СПК-2М. Способен применять современные методики изучения ископаемых бактерий, в том числе электронную микроскопию, для	М.СПК-2 (1). И-1. Владеет навыками морфологического определения бактериоморфных структур и различными	Уметь: идентифицировать ископаемые биоморфные структуры и в первом приближении отличать их от микроминеральных выделений, описывать и изображать ископаемые микроорганизмы, восстанавливать возможные условия их захоронения;

выяснения природы осадочных полезных ископаемых, реконструкции древних обстановок седиментации, в астробиологии, стратиграфии и других разделах геологии (частично).	методиками экспериментального исследования	Владеть: методами подготовки и просмотра образцов на сканирующем электронном микроскопе на предмет обнаружения бактериоморфных структур и обработки электронных микрофотографий, навыками морфологического определения бактериоморфных структур, различными методиками экспериментального исследования, в т.ч., различных способов и механизмов минерализации современных микроорганизмов.
--	--	---

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 3 з.е., в том числе 56 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (42 часа лекций и 14 часов лабораторных занятий), 52 академических часа на самостоятельную работу обучающихся. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

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	Лабораторные занятия	Всего	Устный опрос	Подготовка реферата	Всего
Раздел 1. Введение	6	2		2	2	2	4
Раздел 2. Цианобактерии	16	8	2	10	2	4	6
Раздел 3. Фоссилизация	16	8	2	10	2	4	6
Раздел 4. Ископаемые микробные сообщества	18	8	4	12	2	4	6
Раздел 5. Ископаемые бактерии, осадкообразование и рудогенез	14	4	2	6	2	6	8
Раздел 6. Условия жизни на ранней Земле и древний мир РНК.	16	6	2	8	2	6	8
Раздел 7. Бактериальная палеонтология и астробиология	16	6	2	8	2	6	8
Промежуточная аттестация экзамен	6	<i>Устный экзамен</i>			6		

Итого	108	56	52
--------------	------------	-----------	-----------

Содержание разделов дисциплины:

Содержание лекций:

Раздел 1. Введение. Предмет и объекты бактериальной палеонтологии. Бактериальная палеонтология как один из новых разделов палеонтологии. Теоретическое и прикладное значение бактериальной палеонтологии. Связь с микробиологией и одним из ее разделов – геомикробиологией. История становления бактериальной палеонтологии. Современные бактерии и бактериальные сообщества. Прокариотная клетка как система. Рост и размножение бактерий. Морфологическая и функциональная систематики микроорганизмов. Типы метаболизма. Микробное сообщество как целостность. Система биогеохимических циклов.

Раздел 2. Цианобактерии. Цианобактерии и циано-бактериальные сообщества. Морфология и экология цианобактерий. Циано-бактериальные маты. Структура матов. Связь матов и строматолитов. Лабораторное моделирование строматолитовых построек. Биологические свойства циано-бактериального сообщества и проблема целостности. Биопленки и их биогеохимическая роль. Строматолиты. Морфология и классификация строматолитов, изменение строматолитовых комплексов во времени.

Раздел 3. Фоссилизация. Эксперименты по фоссилизации: фосфатизация. Фосфатизация, обзор крупнейших фосфоритовых месторождений. Изучение фосфоритов под электронным микроскопом. Предпосылки и эксперименты по фосфатизации микроорганизмов. Эксперименты по фоссилизации: окремнение. Процессы окремнения, обзор природных объектов кремневой минерализации. Механизмы и стадии окремнения микроорганизмов в условиях эксперимента.

Раздел 4. Ископаемые микробные сообщества. Сравнение ископаемых и современных микробных сообществ. Методы интерпретации ископаемых объектов, параметры сравнения. Сохранение органического вещества. Примеры ископаемых микробных сообществ. Методы изучения раннеархейских микрофоссилий. Древнейшие коры выветривания, участие микроорганизмов в их формировании. Окремненные микрофоссилии, методика исследования и биологическая интерпретация. Сохранение микроорганизмов в фосфоритах и бокситах на примерах Хубсугульского и Соколовского месторождений.

Раздел 5. Ископаемые бактерии, осадкообразование и рудогенез. Использование сканирующего электронного микроскопа при изучении осадочных пород и руд, методики приготовления препаратов для исследований. Методы поиска и определения ископаемых бактерий. Роль бактерий в геологических процессах очень разная: бактерии могут быть деструкторами породы, до полного ее разрушения, и наоборот когда могут помогать образованию новых отложений и даже являться главными создателями новых отложений. Биогенные минералы. Бактериальный фактор в формировании месторождений полезных ископаемых. Бактериальное осадкообразование и палеогеография.

Раздел 6. Условия жизни на ранней Земле и древний мир РНК. Абиотические и биотические события на Земле после 4.0. млрд. лет назад. Появление воды, становление кислородной атмосферы, температурный режим поверхности. Уровень организации древнейших организмов как индикатор состояния биосферы. Уточнение времени появления крупнейших групп организмов (бактерий, грибов, многоклеточных растений и животных). Одна из теорий происхождения жизни. Многофункциональность и «самодостаточность» молекул рибонуклеиновой кислоты (РНК). Основные типы функциональной активности молекул РНК. Преобразования РНК в отсутствие белков и ДНК как возможный начальный этап возникновения жизни.

Раздел 7. Бактериальная палеонтология и астробиология. Бактериально-палеонтологическое изучение углистых хондритов. Псевдоморфозы по микробам в метеоритах. Проблема сохранения и транспорта микроорганизмов в космическом пространстве. Жизнеспособные экосистемы криолитосферы. Гипотеза внеземного происхождения жизни. Понятия

«появления» и «происхождения» жизни. Проблемы бактериально-палеонтологических исследований: контаминация, размерность объектов, сходство и отличие морфологии объектов абиогенного и биогенного происхождения. Методика изучения ископаемых микроорганизмов.

Содержание лабораторных занятий:

1. Бактериальная палеонтология, микробиология и геомикробиология – сравнение и особенности.
2. Бактерии с различным типом метаболизма. Бактерии в стадии размножения. Различные типы микробных сообществ.
3. Разнообразие цианобактерий. Строение циано-бактериальных матов. Структуры, образуемые цианобактериальной пленкой. Биомодели строматолитов.
4. Образцы строматолитов различной систематической принадлежности, стратиграфического распространения и форм сохранности.
5. Фосфатизированные ископаемые и полученные в лабораторных условиях образцы микроорганизмов. Методика эксперимента.
6. Окремненные ископаемые и полученные в лабораторных условиях образцы микроорганизмов. Методика эксперимента.
7. Современные и ископаемые нитчатые и коккоидные биоморфные образования.
8. Ископаемые биоморфные структуры из древнейших кор выветривания: критерии поиска.
9. Микрофоссилии в кремнях. Методика выделения и описания. Микрофоссилии из месторождений фосфоритов и бокситов.
10. Образцы биогенных минералов. Роль бактерий в геологических процессах. Обзор месторождений полезных ископаемых и их бактериально-палеонтологическая характеристика.
11. Древнейшие осадочные породы и их сравнение с более поздними. Древнейшие организмы различных уровней организации.
12. Моделирование происхождения жизни на различных субстратах. Учет признаков жизни в полученных образцах. Оценка физических параметров эксперимента.
13. Бактериально-палеонтологическое изучение различных типов псевдоморфоз. Сравнительный анализ гипотез происхождения жизни.
14. Анализ абиогенных биоморфных структур и сравнение их с биогенными. Сравнительное бактериально-палеонтологическое описание контаминатов и ископаемых микроорганизмов.

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 используются такие формы отчетности, как сдача реферата и устный опрос. По итогам обучения в первом семестре проводится устный экзамен.

Примерный перечень вопросов для проведения устных опросов:

1. Строение прокариотной клетки. Грамположительные и грамотрицательные бактерии.
2. Цианобактерии, характеристика сообществ.
3. Типы циано-бактериальных матов.
4. Минерализация микроорганизмов в условиях эксперимента.
5. Характеристика архейских и раннепротерозойских микробных сообществ.
6. Характеристика кембрийских микробных сообществ.

7. Биогенные минералы. Ископаемые микроорганизмы из различных типов пород (высокоуглеродистые породы, глины и др.)
8. Бактериальный фактор в формировании месторождений полезных ископаемых. Палеогеография раннего палеозоя по данным бактериальной палеонтологии.
9. Новый подход к реконструкции параметров среды в докембрии.
10. РНК и происхождение жизни.
11. Псевдоморфозы по микробам в метеоритах.
12. Микроорганизмы из экстремальных местообитаний. Анабиоз.
13. Методики изучения ископаемых микробов.
14. Гипотезы о происхождении жизни.

Примерный перечень тем рефератов:

1. История становления бактериальной палеонтологии.
2. Циано-бактериальные маты и строматолиты.
3. Древнейшие ископаемые микробные сообщества
4. Бактериально-палеонтологическое изучение внеземного вещества.
5. Предмет, объекты и значение бактериальной палеонтологии.
6. Строение бактерий, особенности систематики.
7. Цианобактерии, циано-бактериальные маты, биопленки.
8. Строматолиты. Характеристика строматолитовых комплексов.
9. Эксперименты по фоссилизации, объекты, способы, механизмы.
10. Архейские и протерозойские микробные сообщества. Древнейшие коры выветривания.

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

1. Развитие взглядов на возможность сохранения микроорганизмов в ископаемом состоянии.
2. Окремненные и органостенные микрофоссилии. Методика изучения.
3. Разные формы сохранности ископаемых бактерий в разных породах.
4. Методы интерпретации ископаемых объектов. Параметры сравнения.
5. Критерии определения инситуных ископаемых бактерий, биоконтаминаций и псевдобиологических объектов в земных горных породах и астроматериалах
6. Роль разнообразных микрофоссилий и, прежде всего бактерий, в разных геологических процессах.
7. Участие бактерий в осадкообразовании. Палеогеографические реконструкции.
8. Бактериальный фактор в формировании месторождений полезных ископаемых.
9. Биогенные минералы в различных типах горных пород.
10. Лабораторные эксперименты по фоссилизации цианобактерий.
11. Фосфориты Хубсугульского месторождения – модельный объект Бактериальной палеонтологии (мелководные отложения).
12. Гейзериты Камчатки - модельный объект Бактериальной палеонтологии (современная природная фоссилизация цианобактерий).
13. Оксидные железомарганцевые руды океанского дна – модельный объект Бактериальной палеонтологии (глубоководные отложения).
14. Коры выветривания от древнейших до современных, участие микроорганизмов в их формировании.
15. Гео-биологические события в докембрии. Уровень организации ископаемых организмов как показатель параметров среды в докембрии.
16. Гипотеза о древнем мире РНК.
17. Бактериально-палеонтологическое изучение метеоритов. Гипотеза панспермии.
18. Трудности бактериально-палеонтологического изучения древних пород и астроматериалов.
19. Первые экосистемы на Земле: методологический подход.

20. Представления о ранних этапах формирования планетных систем.

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

Результаты обучения, соответствующие оценочным средствам	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания закономерностей сохранения биоморфных структур в ископаемом состоянии в земных породах и астроматериалах, основных методов изучения ископаемых микроорганизмов и их сообществ и существующие методики экспериментального исследования способов фоссилизации современных микроорганизмов; основных закономерностей эволюции прокариотной части биоты и систематику микроорганизмов; способов воздействия микроорганизмов на геологическую среду как актуалистический материал для интерпретации геологических объектов (<i>устный опрос</i>);	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания
Умения идентифицировать ископаемые биоморфные структуры, восстанавливать возможные условия их захоронения (<i>устный опрос</i>)	Умения отсутствуют	В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности не принципиального характера	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение идентифицировать ископаемые биоморфные структуры, восстанавливать возможные условия их захоронения	Успешное умение идентифицировать ископаемые биоморфные структуры, восстанавливать возможные условия их захоронения.
Владения методами подготовки и просмотра образцов на сканирующем электронном микроскопе на предмет обнаружения бактериоморфных структур и обработки электронных микрофотографий, навыками морфологического определения бактериоморфных структур, различными методиками экспериментального исследования, в т.ч., различных способов и механизмов минерализации современных микроорганизмов (<i>устный опрос</i>)	Навыки владения отсутствуют	Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков	В целом сформированные навыки владения методами подготовки и просмотра образцов на сканирующем электронном микроскопе на предмет обнаружения бактериоморфных структур и обработки электронных	Свободное владение методами подготовки и просмотра образцов на сканирующем электронном микроскопе на предмет обнаружения бактериоморфных структур и обработки электронных микрофотографий

			микрофотографий, навыками морфологического определения бактериоморфных структур, различными методиками экспериментального исследования, в т.ч., различных способов и механизмов минерализации современных	, навыками морфологического определения бактериоморфных структур, различными методиками экспериментального исследования, в т.ч., различных способов и механизмов минерализации современных
--	--	--	---	--

8. Ресурсное обеспечение:

А) Перечень основной и дополнительной литературы.

— основная литература:

1. Бактериальная палеонтология (под ред. А.Ю. Розанова). Москва: ПИН РАН. 2002. 188 с.
2. Бактериальная палеонтология (под ред. А.Ю. Розанова). Москва: РАН, 2021. 124 с.
3. Проблемы происхождения жизни (Отв. ред. А.Ю. Розанов, А.В. Лопатин, В. Снытников). Москва: ПИН РАН. 2009. 258 с.
4. Ископаемые бактерии и другие микроорганизмы в земных породах и астроматериалах. Атлас фотографий. Москва: ПИН РАН. 2011. 172 с.

— дополнительная литература:

1. Абызов С.С., Кириллова Н.Ф., Черкесова Т.В. Длительный анабиоз у спорообразующих бактерий в толще ледника центральной Антарктиды // Изв. АН СССР. сер. биол. 1988. № 6. с. 885–891.
2. Авдонин В.В., Жегалло Е.А., Сергеева Н.Е. Бактериальная природа оксидных железомарганцевых руд Мирового океана. М.: ГЕОС, 2019, 284 с.
3. Астафьева М.М., Розанов А.Ю. Древние коры выветривания как среда обитания наземной биоты // Ранняя колонизация суши. Сер. «Гео-биологические системы в прошлом». М., ПИН РАН, 2012. С. 57-68.
4. Вейс А.Ф. Микрофоссилии из верхнего рифея Туруханского района // Палеонтологический журн. 1984. № 2. С. 102–108
4. Гептнер А.Р., Ивановская Т.А., Покровская Е.В. Гидротермальная фоссилизация микроорганизмов на поверхности Земли (Исландия) // Литология и полезные ископаемые. 2005. № 6. С. 581–599.
5. Герасименко Л.М., Гончарова И.В., Жегалло Е.А., Заварзин Г.А., Зайцева Л.В., Орлеанский В.К., Розанов А.Ю., Ушатинская Г.Т. Процесс минерализации (фосфатизации) нитчатых цианобактерий // Литология и полезные ископаемые. 1996. № 2. С. 208–214.
6. Герасименко Л.М., Жегалло Е.А., Жмур С.И., Розанов А.Ю., Хувер Р. Бактериальная палеонтология и исследования углистых хондритов // Палеонтол. журн. 1999. № 4. С. 103–125.
7. Карпов Г.А., Жегалло Е.А., Герасименко Л.М., Орлеанский В.К., Зайцева Л.В., Самылина О.С. Биолитогенез в современных в гейзерах Камчатки. Владивосток. Дальнаука. 2016. 70 с.
8. Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 284 с.
9. Метеорит Оргей (атлас микрофоссилий). Отв. ред. А.Ю. Розанова М.: ОИЯИ, 2020. 130 с.

10. Розанов А.Ю., Жегалло Е.А. К проблеме генезиса древних фосфоритов Азии // Литология и полезные ископаемые. 1989. № 3. С. 67–82.
11. Розанов А.Ю. Избранные труды. Том 2. М.: ПИН РАН, 2012, 430 с.
12. Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии докембрия: природа, классификация и биостратиграфическое значение. Тр. ГИН РАН. М.: ГЕОС, 2006. Вып. 567. 280 с.
13. Школьник Э.Л., Тан Тяньфу, Еганов Э.А., Розанов А.Ю., Батулин Г.Н., Жегалло Е.А., Сюэ Яосун, Юй Цюнлю, Джел К., Пайнер Д., Медрано М. Природа фосфатных зерен и фосфоритов крупнейших бассейнов мира. Владивосток. Дальнаука 1999. 207 с.
14. Zhegallo E.A., Rozanov A.Yu., Ushatinskaya G.T., Hoover R.B., Gerasimenko L.M., Ragozina A.L Atlas of Microorganisms from Ancient Phosphorites of Khubsugul (Mongolia). NASA. MSFC. Huntsville. Alabama. 2000.167 p.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

- лицензионное

не требуется

- нелицензионное и свободного доступа

пакет программ Open Office

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com

- библиотека Геологического факультета МГУ

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы: рекомендуется пользоваться палеонтологической информацией, содержащейся на сайтах vend.paleo.ru, paleo.ru, jurassic.ru, evolbiol.ru, elementy.ru и в международных журналах (подписка на sciencedirect.com; jstor.com)

Д) Материально-технического обеспечение: — мультимедийный проектор, персональный компьютер, экран, выход в Интернет; бинокляры, микроскопы, коллекции образцов Лаборатории древнейших организмов ПИН РАН, Лаборатории верхнего докембрия Геологического института РАН и культуры микроорганизмов Лаборатории реликтовых микробных сообществ Института микробиологии РАН; аудитория, рассчитанная на группу из 10 учащихся и кабинет приборной аналитики Палеонтологического Института РАН

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели) – Ответственный за курс — профессор кафедры палеонтологии Розанов Алексей Юрьевич
преподаватели — Розанов А.Ю., Жегалло Е.А. (ПИН РАН)

11. Разработчики программы: – Розанов А.Ю., Жегалло Е.А.