

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

Основы бактериальной палеонтологии

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

Уровень высшего образования:
Магистратура (ММ)

Направление подготовки:
05.04.01 Геология

Направленность (профиль) ОПОП:
Геология и полезные ископаемые

Магистерская программа
Геология и полезные ископаемые

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 для ММ*).

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 курса «Основы бактериальной палеонтологии» является изучение ископаемых микроорганизмов, в том числе, в древнейших породах и астроматериалах.

Задачи

- овладение навыками идентификации микроорганизмов;
- знакомство с условиями фоссилизации, геохимической и средообразующей ролью бактерий, вкладом бактерий в образование пород и полезных ископаемых;
- выявление роли прокариотных организмов в эволюции живых существ.

Краткое содержание дисциплины (аннотация):

Курс «Основы бактериальной палеонтологии» 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 дисциплиной по выбору.

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

Освоение дисциплин «Геологические процессы», «Осадочные горные породы», «Систематическая и прикладная палеонтология».

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 |
|---|---|---|
| ПК-1.ММ. Способен самостоятельно проводить научные исследования с помощью современного оборудования, информационных технологий, с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта. | ММ.ПК-1. И-1. Критически анализирует новейший отечественный и зарубежный опыт научно-исследовательских работ по тематике собственного исследования. ММ.ПК-1. И-2. Самостоятельно проводит научные исследования с помощью современного оборудования. ММ.ПК-1. И-3. Обрабатывает полученные результаты, формулирует выводы и рекомендации по использованию полученных результатов. ММ.ПК-1. И-4. Представляет результаты своей | 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. Уметь: идентифицировать ископаемые биоморфные структуры и в первом приближении отличать их от микроминеральных выделений, описывать и изображать ископаемые микроорганизмы, восстанавливать возможные условия их захоронения. Владеть: методами подготовки и просмотра образцов на сканирующем электронном микроскопе на предмет |

| | | |
|--|---|--|
| | научной деятельности в письменной и устной форме (отчеты, статьи, доклады и презентации). | обнаружения бактериоморфных структур и обработки электронных микрофотографий, морфологического определения бактериоморфных структур, различными методиками экспериментального исследования, в т.ч., различных способов и механизмов минерализации современных микроорганизмов. |
|--|---|--|

4. Объем дисциплины (модуля) составляет 4 з.е., в том числе 70 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем (14 часов лекций, 14 часов практических занятий и 42 часа семинаров), 74 академических часов 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 самостоятельно й работы, часы</i> | | | |
| | | Практические занятия | Лекции | Семинары | Всего | Устные опросы | Рефераты | Всего | |
| Раздел 1. Введение и основные положения | 15 | | 2 | 7 | 9 | 4 | 2 | 6 | |
| Раздел 2. Строматолиты и эксперименты по фоссилизации | 25 | 4 | 2 | 7 | 13 | 6 | 6 | 12 | |
| Раздел 3. Ископаемые микробные сообщества | 23 | 2 | 2 | 7 | 11 | 4 | 8 | 12 | |
| Раздел 4. Ископаемые бактерии, осадкообразование и рудогенез | 27 | 4 | 4 | 7 | 15 | 5 | 7 | 12 | |
| Раздел 5. Условия жизни на ранней Земле и древний мир РНК | 24 | 2 | 2 | 7 | 11 | 4 | 9 | 13 | |
| Раздел 6. Бактериальная палеонтология и ее связь с астробиологией | 24 | 2 | 2 | 7 | 11 | 4 | 9 | 13 | |
| Промежуточная аттестация <i>экзамен</i> | 6 | <i>Экзамен</i> | | | | 6 | | | |
| Итого | 144 | 70 | | | | | 74 | | |

Содержание разделов дисциплины

Содержание лекций:

Раздел 1. Введение и основные положения. Бактериальная палеонтология как один из современных разделов палеонтологии. Предмет и объекты бактериальной 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. Цианобактерии и циано-бактериальные сообщества. Морфология и экология цианобактерий. Циано-бактериальные маты. Структура матов. Связь матов и строматолитов. Лабораторное моделирование строматолитовых построек. Биологические свойства цианобактериального сообщества и проблема целостности. Биопленки и их биогеохимическая роль.

Раздел 2. Строматолиты и эксперименты по фоссилизации. Строматолиты. Морфология и классификация строматолитов, изменение строматолитовых комплексов во времени. 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 3. 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 4. 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 5. 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 6. Бактериальная палеонтология и ее связь с астробиологией. 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 семинаров:

1. Отличие бактериальной палеонтологии от классической палеонтологии. Проблема совместимости выводов бактериальной палеонтологии с основными представлениями классической палеонтологии и геологии.

2. Отличия в строении прокариотной и эукариотной клетки. Сопоставление морфологической и функциональной классификаций бактерий. «Жизненные формы» существования бактерий.

3. Цианобактерии: место в системе, особенности организации. Способы существования цианобактерий: виды сообществ. Проблема целостности сообществ. Участие цианобактерий в становлении внешних оболочек планеты.

4. Строматолиты: особенности морфологии и классификации. Строматолитовые комплексы и использование строматолитов в стратиграфии.

5. Минерализация микроорганизмов в природных и экспериментальных условиях. Электронная микроскопия ископаемых микроорганизмов.

6. Окремнение микроорганизмов.

7. Формы сохранности и стадии захоронения ископаемых микроорганизмов.

8. Раннеархейская биота. Возможные поверхностные биогенные процессы.

9. Эколого-актуалистический подход в изучении окремненных микрофоссилий.

10. Роль бактерий в рудообразовании.

11. Основные отличия условий жизни на ранней Земле от современных. Методика установления основных параметров. Время появления древнейших организмов различных уровней организации. Основные выводы в отношении темпов эволюции.

12. Обзор основных теорий происхождения жизни. Граничные условия, физические и биохимические запреты.

13. Биоморфные объекты в метеоритах. Происхождение метеоритного вещества. Проявление и происхождение жизни – содержание понятий.

14. Проблемы биологической интерпретации ископаемых микроорганизмов. «Биоморфы» и «бактерии». Неполнота геологической летописи при бактериально-палеонтологических исследованиях.

Содержание практических 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 третьем 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.

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.

Примерный перечень вопросов при 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.

| Результаты обучения, соответствующие виды оценочных средств | «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 (<i>устный опрос</i>) | Знания отсутствуют | Фрагментарные знания | Общие, но не структурированные знания | Систематические знания |
| Умения определять 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 определять ископаемые биоморфные структуры, восстанавливать возможные условия их захоронения | Успешное умение определять ископаемые биоморфные структуры, восстанавливать возможные условия их захоронения |

| | | | | |
|---|------------------------------------|--|--|--|
| <p>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>)</p> | <p>Навыки владения отсутствуют</p> | <p>Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков</p> | <p>В целом сформированные навыки 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</p> | <p>Свободное владение 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</p> |
|---|------------------------------------|--|--|--|

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. Авдонин В.В., Жегалло Е.А., Сергеева Н.Е. Бактериальная природа оксидных железомарганцевых руд Мирового океана. М.: ГЕОС, 2019, 284 с.
2. 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.
3. 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.
4. 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.

5. 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.
6. Карпов Г.А., Жегалло Е.А., Герасименко Л.М., Орлеанский В.К., Зайцева Л.В., Самылина О.С. Биолитогенез в современных в гейзеритах Камчатки. Владивосток. Дальнаука. 2016. 70 с.
7. Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 284 с.
8. Метеорит Оргей (атлас микрофоссилий). Отв. ред. А.Ю. Розанова М.: ОИЯИ, 2020. 130 с.
9. Розанов А.Ю. Избранные труды. Том 2. М.: ПИН РАН, 2012, 430 с.
10. Сергеев В.Н. Окремненные микрофоссилии докембрия: природа, классификация и биостратиграфическое значение. Тр. ГИН РАН. М.: ГЕОС, 2006. Вып. 567. 280 с.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения:

- **нелицензионное и свободного доступа**

пакет программ Open Office

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

не требуется

Г) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Студентам во время самостоятельной работы рекомендуется пользоваться палеонтологической информацией, содержащейся на сайтах evolbiol.ru, palaeo.ru и nasa.gov.

Д) Материально-техническое обеспечение: аудитория, рассчитанная на группу из 10 учащихся, мультимедийный проектор, компьютер, экран, выход в Интернет, стереомикроскопы, световые микроскопы, эталонные коллекции.

9. Язык преподавания – русский.

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — профессор кафедры палеонтологии Розанов А.Ю., Преподаватели — Розанов А.Ю., Жегалло Е.А. (ПИН РАН), Сумина Е.Л.

11. Разработчики программы: Розанов А.Ю., Жегалло Е.А. (ПИН РАН), Сумина Е.Л.