

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

**УТВЕРЖДАЮ**  
**Декан Геологического факультета**  
**академик**  
\_\_\_\_\_/Д.Ю.Пушаровский/  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Бактериальная палеонтология**

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

**Уровень высшего образования:**

*Магистратура*

**Направление подготовки:**

**05.04.01 Геология**

**Направленность (профиль) ОПОП:**

**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 бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

Год (годы) приема на обучение – 2018.

© 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.

**1. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО** — вариативная часть, профессиональный цикл, обязательные дисциплины, курс – II, семестр – 3.

**2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** освоение дисциплины «Современные проблемы палеонтологии и стратиграфии» .

**3. Результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников.**

Компетенции выпускников, формируемые (полностью или частично) при реализации дисциплины:

ОПК-4.М Способность применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих профиль подготовки,

ПК-8.М Способность к профессиональной эксплуатации современного полевого/лабораторного оборудования в соответствии с профилем подготовки,

СПК-2.М Способность выявлять актуальные проблемы в области палеонтологии и стратиграфии, ставить задачи по их решению, использовать базовые теоретико-методологические знания по антропологии, палеонтологии докембрия, палеомалакологии, зональной и секвентной стратиграфии, рифогенезу для решения научных и практических задач.

### **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю):**

**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 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. Формат обучения** – лекционные и семинарские занятия, а также лабораторные работы.

**5. Объем дисциплины (модуля)** составляет **3** з.е. и **108** часов, **60** академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (**14** часов – занятия лекционного типа, **28** часов – занятия семинарского типа, **14** часов – лабораторные работы),

**52** академических часа на самостоятельную работу обучающихся из них **4** часа – мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

**6. Содержание дисциплины (модуля),** структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий  
**Краткое содержание дисциплины (аннотация):**

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 геобиологических событий, знакомство с методикой изучения, включая эксперименты по минерализации.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе				Самостоятельная работа обучающегося, часы  (виды самостоятельной работы – реферат и устный опрос)
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)				
		Виды контактной работы, часы				
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Занятия семинарского типа	Всего	
Раздел 1. Введение.		1	—	—	1	Подготовка к устному опросу, 4 часа
Раздел 2. Современные бактерии и бактериальные сообщества.		1	1	4	6	Подготовка к устному опросу, 4 часа
Раздел 3. Цианобактерии.		2	2	4	8	Подготовка к устному опросу, 4 часа
Раздел 4. Эксперименты по фоссилизации.		2	2	4	8	Подготовка к устному опросу, 4 часа
Раздел 5. Ископаемые микробные сообщества.		2	2	4	8	Подготовка к устному опросу, 4 часа
Раздел 6. Ископаемые бактерии, осадкообразование и рудогенез.		1	1	2	4	Подготовка к устному опросу, 4 часа
Раздел 7. Условия жизни на ранней Земле (после 4.0 млрд. лет назад).		2	2	4	8	Подготовка реферата, 10 часов
Раздел 8. Древний мир РНК.		1	1	2	4	Подготовка к устному опросу, 4 часа

						опросу, 4 часа
Раздел 9. Бактериальная палеонтология и астробиология.		1	1	2	4	Подготовка к устному опросу, 4 часа
Раздел 10. Трудности бактериально-палеонтологического изучения древних пород и астроматериалов.		1	2	2	5	Подготовка к устному опросу, 4 часа
Промежуточная аттестация <u>ЭКЗАМЕН</u>						6
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>56</b>				<b>52</b>

### Содержание разделов дисциплины:

#### 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.

#### Раздел 2. Современные бактерии и бактериальные сообщества.

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 3. 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 4. Эксперименты по фоссилизации.

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 5. 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 6. Ископаемые бактерии, осадкообразование и рудогенез.

Биогенные минералы. Роль бактерий в геологических процессах. Бактериальный фактор в формировании месторождений полезных ископаемых. Бактериальное осадкообразование и палеогеография.

#### Раздел 7. Условия жизни на ранней Земле (после 4.0 млрд. лет назад).

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).

#### Раздел 8. Древний мир РНК.

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 9. 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.

#### Раздел 10. Трудности бактериально-палеонтологического изучения древних пород и астроматериалов.

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 лабораторных работ:**

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.

### **Рекомендуемые образовательные технологии**

При освоении дисциплины «Бактериальная палеонтология» предусматривается широкое использование активных и интерактивных форм проведения занятий.

Образовательные технологии. Основная часть занятий проводится в оборудованной микроскопами специализированной аудитории кафедры палеонтологии Геологического факультета МГУ. Некоторые занятия лекционного курса проводится на приборно-аналитической базе Палеонтологического института РАН с использованием банка электронных микрофотографий и коллекции образцов из местонахождений различного возраста и типов пород.

По результатам самостоятельной работы (консультации по определению образцов коллекции, работа с литературными источниками, ресурсами Интернет, палеонтологическими базами данных), а также используя консультации сотрудников Институтов РАН, студенты под руководством преподавателя готовят презентации рефератов по основным разделам дисциплины и выступают с докладами и учебными лекциями на семинарах.

### **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 студентов используются такие формы, как написание реферата и устный опрос.

#### ***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.**

***Примерный перечень вопросов при промежуточной аттестации:***

1. Развитие взглядов на возможность сохранения микроорганизмов в ископаемом состоянии.
2. Окремненные и органостенные микрофоссилии. Методика изучения.
3. Методы интерпретации ископаемых объектов. Параметры сравнения.
4. Бактерии и осадкообразование. Палеогеографические реконструкции.
5. Гео-биологические события в докембрии. Уровень организации ископаемых организмов
6. как показатель параметров среды в докембрии.
6. Гипотеза о древнем мире РНК.
7. Бактериально-палеонтологическое изучение метеоритов. Гипотеза панспермии.
8. Трудности бактериально-палеонтологического изучения древних пород и астроматериалов.
9. Первые экосистемы на Земле: методологический подход.
10. Представления о ранних этапах формирования планетных систем.

**Шкала и критерии оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Результаты обучения	«Неудовлетворительно»	«Удовлетворительно»	«Хорошо»	«Отлично»
Знания: закономерности сохранения биоморфных структур в ископаемом состоянии в земных	Знания отсутствуют	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Систематические знания

<p>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;</p>				
<p>Умения: идентифицировать ископаемые биоморфные структуры, восстанавливать возможные условия их захоронения;</p>	<p>Умения отсутствуют</p>	<p>В целом успешное, но не систематическое умение, допускает неточности непринципиального характера</p>	<p>В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение идентифицировать ископаемые биоморфные структуры, восстанавливать возможные условия их захоронения.</p>	<p>Успешное умение идентифицировать ископаемые биоморфные структуры, восстанавливать возможные условия их захоронения.</p>
<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.,</p>	<p>Навыки владения методами отсутствуют</p>	<p>Фрагментарное владение методикой, наличие отдельных навыков</p>	<p>В целом сформированные навыки определения бактериоморфных структур, использования методов подготовки и просмотра образцов, методики экспериментального исследования.</p>	<p>Владение определением бактериоморфных структур, использование методов подготовки и просмотра образцов, методикой экспериментального исследования.</p>

различных способов и механизмов минерализации современных микроорганизмов				
---	--	--	--	--

## 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. Проблемы происхождения жизни (Отв. ред. А.Ю. Розанов, А.В. Лопатин, В. Снытников). Москва: ПИН РАН. 2009. 258 с.
3. 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. 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. 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. Крылов И.Н. Строматолиты рифея и фанерозоя СССР. М.: Наука, 1975. 284 с.
8. Наймарк Е.Б., Ерошев-Щак В.А., Чижикова Н.П., Компанцева Е.И. Взаимодействие глинистых минералов с микроорганизмами: обзор экспериментальных данных // Журн. общ. биол. 2009. Т. 70. № 2. С. 155–167.
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.
11. Сумина Е.Л., Сумин Д.Л. Морфогенез в сообществе нитчатых цианобактерий // Онтогенез. 2013. Т. 44. №3. С. 203-216.

Б) Перечень лицензионного программного обеспечения: пакеты программ Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, Microsoft Office PowerPoint (при необходимости).

В) Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

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

Д) Материально-технического обеспечение: — мультимедийный проектор, персональный компьютер, экран, выход в Интернет; бинокляры, микроскопы, весы, автоклав, термостаты, муфельная печь, 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) – Розанов А.Ю., Сумина Е.Л.**

**11. Автор (авторы) программы – Розанов А.Ю., Сумина Е.Л.**