Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова»

Биологический факультет

**«УТВЕРЖДАЮ»**

**Декан биологического факультета МГУ**

**Академик М.П.Кирпичников**

**«\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2023 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Межфакультетский курс**

**Микроорганизмы и углеводороды: туда и обратно**

**Уровень высшего образования:**

Бакалавриат, магистратура, специалитет

**Направление подготовки (специальность):**

Все специальности

**Направленность (профиль) ОПОП:**

Все профили подготовки

**Форма обучения:**

очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена

*на заседании Учебно-методического совета факультета*

(протокол №\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, дата)

Москва 2023

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 «Биология» на основе Образовательного стандарта, самостоятельно установленного МГУ имени М.В.Ломоносова (далее – ОС МГУ).

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

1. Место дисциплины в структуре ОПОП: относится к дисциплинам по выбору ОПОП.

Дисциплина введена в учебный план с целью получения базовых знаний в междисциплинарной области, а именно, связи микроорганизмов с углеводородами – об основах химии нефти и газа, о разнообразии микроорганизмов в различных зонах флюидоразгрузки (газовых и нефтяных месторождений), современных методах исследования микробных сообществ и методов исследования углеводородов на молекулярном уровне. Рассмотрены аэробная и анаэробная деструкция углеводородов и липидов,, а также роль микроорганизмов в образовании нефтяных углеводородов.

Разработанная программа дисциплины «Межфакультетский курс. Микроорганизмы и углеводороды» предназначена для подготовки специалистов-микробиологов. Эта дисциплина формирует у будущего специалиста-микробиолога компетенцию в области экологии микроорганизмов, химии нефти и газа, биоремедиации, а также знакомит с современными методами изучения как микробного разнообразия, так и углеводородов на молекулярном уровне, а также формирует компетенцию в области применения знаний в научно-исследовательской и практической деятельности в сфере образования и биодеструкции углеводородов микроорганизмами.

В результате изучения дисциплины «Межфакультетский курс. Микроорганизмы и углеводороды» студенты приобретают знания о роли прокариотических организмов в образовании и деструкции углеводородов, о применении различных биотехнологических процессов для решения проблем окружающей среды.

Изучение дисциплины базируется на ранее освоенных курсах, посвящённых различным аспектам общей биологии, химии, географии и истории.

1. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия: предварительное освоение курсов, посвящённых общей биологии, химии, географии и истории.

Для успешного освоения дисциплины обучающиеся должны:

* **знать** основы биологии, химии, географии и истории;
* **уметь** анализировать научные публикации,грамотно излагать знания в письменной и устной форме и участвовать в различных формах дискуссий;
* **владеть** базовыми навыками подготовки и представления докладов и рефератов.

Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП: дисциплины по выбору ОПОП (1, 2 и 3 семестры).

|  |  |
| --- | --- |
| **Формируемые компетенции** ***(код компетенции)*** | **Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)** |
| **УК-1***На уровне магистратуры:* Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности (УК-1.М).*В том числе на уровне бакалавриата:* Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации (УК-1.Б). | ***Знать:***основы подхода к поиску и анализу источников информации (УК-1.Б); основы системного подхода к моделированию биологических и исторических процессов (УК-1.М).Код **З1 (УК-1)*****Уметь:***осуществлять поиск информации по изучаемой проблематике (УК-1.Б);формулировать научно обоснованные гипотезы, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности (УК-1.М).Код **У1 (УК-1)*****Владеть:***навыками поиска источников информации, критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1.Б);навыками формулирования научно обоснованных гипотез (УК-1.М).Код **В1 (УК-1)*****Демонстрировать готовность:***применять методологию научного познания в профессиональной деятельности, в том числе для решения научно-практических задач в междисциплинарных областях (УК-1.Б и УК-1.М).Код **Д1 (УК-1)** |
| **ОПК-1** *На уровне магистратуры:* Владение знаниями фундаментальных разделов современного естествознания, информатики, необходимых для решения научно-исследовательских и практических задач в области фундаментальной и прикладной биологии (ОПК-1.М).*В том числе на уровне бакалавриата:* Способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в профессиональной и социальной деятельности (ОПК-1.Б). | ***Знать:***основы экологии микроорганизмов и органической геохимии (ОПК-1.Б и ОПК-1.М).Код **З-1 (ОПК-1)*****Уметь:***применять в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов физико-химической биологии, биохимии растений и животных, биофизики, молекулярной биологии, иммунологии, биотехнологии в области взаимодействий микроорганизмов и углеводородов (ОПК-1.Б);осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации в области взаимодействий микроорганизмов и углеводородов (ОПК-1.М).Код **У-1 (ОПК-1)*****Владеть:***базовыми знаниями в области экологии микроорганизмов и органической геохимии (ОПК-1.Б и ОПК-1.М).Код **В-1 (ОПК-1)*****Демонстрировать готовность:***применять экологическую грамотность и базовые знания в области экологии микроорганизмов и органической геохимии в сфере решения научно-исследовательских и практических задач (ОПК-1.Б и ОПК-1.М). |

4. Объем дисциплины (модуля) 1 з.е., из них 24 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем (24 часа занятий лекционного типа) и 12 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. Форма обучения – очная

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)** ***Виды контактной работы, часы*\*** | **Самостоятельная работа обучающегося*****Виды самостоятельной работы, часы*** |
| Занятия лекционного типа | Практические / Лабораторные занятия | Занятия семинарского типа  | Групповые консультации | Индивидуальные консультации | **Всего** | Контрольные работы | Доклады | Рефераты | Эссе | Доклады на конференциях | Ситуационные кейс-задания | **Всего** |
| ***Тема 1. Предмет микробной экологии. Основные вопросы и задачи.*** Основные понятия микробной экологии. Особенности строения микроорганизмов. Систематика микроорганизмов. Культивируемые и некультивируемые микроорганизмы. Роль микроорганизмов в природных местообитаниях. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Тема 2. Методы исследования экологии микроорганизмов.***Изучение активности микроорганизмов в природе. Классические методы микробной экологии. Выделение микроорганизмов, культивирование на питательной среде. Молекулярные методы изучения микроорганизмов. ПЦР. Технология секвенирования. Метагеномные исследования. Особенности подходов, в зависимости от местообитания. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Тема 3.* Взаимодействия микроорганизмов с другими организмами. Экологические группы микроорганизмов.**Взаимоотношения микроорганизмов друг с другом. Взаимодействия микроорганизмов с животными. Взаимодействия микроорганизмов с растениями. Экологические стратегии. Биопленки. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Тема 4. Основы химии углеводородов.*** ***Углеводороды нефти.*** Легкие углеводороды нефти. Реликтовые углеводороды. Гомологичность реликтовых углеводородов. Преобразованные углеводороды.***Алканы.***Общее содержание алканов в нефти. Алканы нормального строения. Алканы разветвленного строения. Метилалканы - изо- и антеизоалканы. 12- и 13-метилалканы (C21-C30)- Изопреноидные алканы (изопренаны) - регулярные и нерегулярные. | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| ***Тема 5. Циклоалканы (нафтены).*** Моноциклические нафтены - С7-С10. Относительная тер-модинамическая устойчивость стереоизомеров углеводородов рядов циклопентана и циклогексана. Правило Ауверса-Скита. Моноциклические нафтены – C12-C25. Бициклические нафтены – С8-С10 . Сесквитерпановые углеводороды. Углеводороды с мостиковым типом сочленения колец. Трициклические нафтены. Нафтеновый паспорт. Углеводороды рядов адамантана и диамантана. Тетрациклические нафтены. Стераны - биологические и структурно - измененные (нефтяные). Регулярные стераны. Перегруппированные стераны. Геохимическое значение стеранов.Пентациклические нафтены. Гопаны - биологические и структурно -измененные (нефтяные). Геохимическое значение нафтенов. Вероятные пути образования нафтенов в нефтях.***Ароматические углеводороды (арены).***Моноароматические углеводороды. Диа-роматические углеводороды. Триароматические углеводороды. Ароматические стераны и тритерпаны. Прочие полиароматические углеводороды. Геохимическое значение аренов. Вероятные пути образования аренов в нефтях. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Тема 6. Гетероатомные соединения нефти.***Кислородсодержащие соединения. Серосодер-жащие соединения. Азотсодержащие соединения. Смолисто-асфальтеновые вещества. Геохимическое значение серу- и азотсодержащих соединений. | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| ***Тема 7. Генезис нефти.*** Гипотеза неорганического происхождения нефти. Осадочно-миграционная теория происхождения нефти. Материнская порода. Исходное органическое вещество (ОВ). Кероген. Степень термической зрелости ОВ. Биодеградация. Миграция. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Тема 8. Аэробная деструкция углеводородов и липидов.*** Биохимия аэробной деградации углеводородов. Биохимия аэробной деградации липидов. Генетика и функциональная геномика аэробной деградации углеводородов и липидов. Глобальная деятельность, глобальные последствия аэробных деструкторов. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Тема 9. Анаэробная деструкция углеводородов и липидов.*** Биохимия анаэробной деградации углеводородов. Функциональная геномика анаэробной деградации углеводородов. Экофизиологические группы и разнообразие анаэробных деструкторов углеводородов. Глобальная деятельность, глобальные последствия аэробных деструкторов. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Тема 10. Применение биотехнологических процессов для решения проблем окружающей среды 1.*** Экологическая биотехнология. Биодеградация. Биотопливо первого поколения. Биотопливо второго поколения. Биотопливо третьего поколения. Биотопливо четвертого поколения. Загрязнение подземных и поверхностных вод. Система сапробности Кольквитца. Характеристика бытовых сточных вод. Аэробная очистка сточных вод. Микроорганизмы активного ила. Анаэробная очистка. Основные этапы очистки сточных вод. Способы очистки воды. Биофильтры. Аэротенки. Очистительные пруды. Биофильтры. Поля орошения. Поля фильтрации.***2.*** Биотехнология добычи нефти. Микробиологические методы повышения нефтеотдачи. Microbial enhanced oil recovery (MEOR). Микроорганизмы нефтяного пласта. Микробиологическая трансформация органического вещества нефти с образованием нефтевытесняющих соединений в заводняемом пласте. | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| ***Тема 11. Биогенезис углеводородов 1.*** Введение в образование углеводородов микроорганизмами. Разнообразие и таксономия метаногенов. Гидрогенотрофные и ацетокластический метаногенез. Метаногенез в почве, болотах и торфе. Метаногенез в пищеварительном тракте насекомых и др. Метаногены и метаногенез в гиперсоленой среде. Метагеномика метаногенных сообществ рисовых полей. Метагеномика метаногенных сообществ в анаэробных дигесторах (минерализаторы, системы разложения). Вклад метанообразования и окисления метана в метановую эмиссию (из пресноводных систем). | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ***Тема 12. Биогенезис углеводородов 2.*** Разнообразие и таксономия микроорганизмов, образующих алифатические углеводороды. Роль бактерий и архей в образовании нефтяных углеводородов. | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Итоговая аттестация | Зачет | 6 |
| **Итого**  | 36 | 24 | 12 |

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

7.1. Перечень оценочных средств

| Компетенции | Индикаторы достижения компетенций | Оценочные средства |
| --- | --- | --- |
| **УК-1***На уровне магистратуры:* Способность формулировать научно обоснованные гипотезы, создавать теоретические модели явлений и процессов, применять методологию научного познания в профессиональной деятельности (УК-1.М).*В том числе на уровне бакалавриата:* Способность осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации (УК-1.Б). | **Знает:** * З1: теоретические основы экологии микроорганизмов и органической геохимии;
* З2: основные аспекты в области взаимодействий микроорганизмов и углеводородов.
 | 1. Вопросы для текущей и промежуточной аттестации
2. Рекомендации по подготовке эссе (с критериями оценивания заданий)
 |
| **Умеет:*** У1: использовать знания об основных понятиях экологии микроорганизмов и органической геохимии;
* У2: осуществлять поиск информации по изучаемой проблематике;
 | 1. Вопросы для текущей и промежуточной аттестации
2. Рекомендации по подготовке эссе (с критериями оценивания заданий)
 |
| **Владеет навыками*** В1: поиска источников информации, критического анализа и оценки современных научных достижений в области экологии микроорганизмов и органической геохимии;
* В2: формулирования научных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии.
 | 1. Вопросы для текущей и промежуточной аттестации
2. Рекомендации по подготовке зссе (с критериями оценивания заданий)
 |
| **Демонстрирует готовность** * Г1: к формулированию научно обоснованных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии;
* Г2: к формулированию полученных знаний в виде научных текстов (эссе).
 | 1. Вопросы для текущей и промежуточной аттестации
2. Рекомендации по подготовке эссе (с критериями оценивания заданий)
 |
| **ОПК-1** *На уровне магистратуры:* Владение знаниями фундаментальных разделов современного естествознания, информатики, необходимых для решения научно-исследовательских и практических задач в области фундаментальной и прикладной биологии (ОПК-1.М).*В том числе на уровне бакалавриата:* Способность использовать экологическую грамотность и базовые знания в области физики, химии, наук о Земле и биологии в профессиональной и социальной деятельности (ОПК-1.Б)*.* | **Знает:** * З3: основы экологии микроорганизмов и органической геохимии
 | 1. Вопросы для текущей и промежуточной аттестации
2. Рекомендации по подготовке эссе(с критериями оценивания заданий)
 |
| **Умеет:*** У3:применять знания в области экологии микроорганизмов и органической геохимии для ведения фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований
 | 1. Вопросы для текущей и промежуточной аттестации
2. Рекомендации по подготовке эссе (с критериями оценивания заданий)
 |
| **Владеет навыками*** В3: современными технологиями применения современного междисциплинарного научного подхода
 | 1. Вопросы для текущей и промежуточной аттестации
2. Рекомендации по подготовке эссе (с критериями оценивания заданий)
 |
| **Демонстрирует готовность** * Г3: применять современные научные подходы экологии микроорганизмов и органической геохимии для решения научно-практических задач
 | 1. Вопросы для текущей и промежуточной аттестации
2. Рекомендации по подготовке эссе (с критериями оценивания заданий)
 |

7.2. Типовые задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения:

**- Вопросы для текущей аттестации и примерные темы эссе**

1) В чем заключается трудность создания рациональной классификации нефтей.

2) Какие три основные классификации нефтей можно выделить? Химическая классификация нефтей.

3) Алканы нефтей. Общее содержание алканов в нефти. Общие закономерности распределения алканов нефтей.

4) Что такое метагеномика и какие у нее задачи?

5) На какие две основные группы могут быть разделены углеводороды-биомаркеры?

6) Стераны, терпаны и их геохимическое значение.

7) Моноароматические углеводороды в нефтях. Изомерия, номенклатура. Распределение ароматических углеводородов в нефтях.

8) Что такое кероген? Неорганическая и органическая (осадочно-миграционная) теории происхождения нефти.

9) Гетероатомные соединения нефти.

10) Что такое MEOR?

11) Какие микроорганизмы нефтяных пластов Вы знаете?

12) Аэробная деструкция нефтяных углеводородов микроорганизмами.

13) Анаэробная деструкция нефтяных углеводородов микроорганизмами.

14) Чем отличаются биотоплива разных поколений между собой?

15) Что такое система сапробности Кольквитца?

**- Вопросы для промежуточной аттестации (зачет)**

1) Легкие углеводороды нефти. Реликтовые углеводороды. Гомологичность реликтовых углеводородов. Преобразованные углеводороды.

2) Общее содержание алканов в нефти. Алканы нормального строения. Алканы разветвленного строения. Метилалканы - изо- и антеизоалканы. 12- и 13-метилалканы (C21-C30)- Изопреноидные алканы (изопренаны) - регулярные и нерегулярные.

3) Моноциклические нафтены - С7-С10. Относительная тер-модинамическая устойчивость стереоизомеров углеводородов рядов циклопентана и циклогексана.

4) Бициклические нафтены – С8-С10 . Сесквитерпановые углеводороды. Углеводороды с мостиковым типом сочленения колец.

5) Трициклические нафтены. Нафтеновый паспорт. Углеводороды рядов адамантана и диамантана.

6) Тетрациклические нафтены. Стераны - биологические и структурно - измененные (нефтяные). Регулярные стераны. Перегруппированные стераны. Геохимическое значение стеранов.

7) Пентациклические нафтены. Гопаны - биологические и структурно -измененные (нефтяные). Геохимическое значение нафтенов. Вероятные пути образования нафтенов в нефтях.

8) Моноароматические углеводороды. Диа-роматические углеводороды. Триароматические углеводороды. Ароматические стераны и тритерпаны. Прочие полиароматические углеводороды. Геохимическое значение аренов. Вероятные пути образования аренов в нефтях.

9) Кислородсодержащие соединения. Серосодержащие соединения. Азотсодержащие соединения. Смолисто-асфальтеновые вещества. Геохимическое значение серу- и азотсодержащих соединений.

10) Гипотеза неорганического происхождения нефти.

11) Осадочно-миграционная теория происхождения нефти.

12) Кероген. Степень термической зрелости ОВ. Биодеградация.

13) Биохимия аэробной деградации углеводородов. Биохимия аэробной деградации липидов.

14) Биохимия анаэробной деградации углеводородов. Функциональная геномика анаэробной деградации углеводородов.

15) Экологическая биотехнология. Биодеградация. Биотопливо первого поколения. Биотопливо второго поколения. Биотопливо третьего поколения. Биотопливо четвертого поколения.

16) Загрязнение подземных и поверхностных вод. Система сапробности Кольквитца. Характеристика бытовых сточных вод. Аэробная очистка сточных вод. Микроорганизмы активного ила.

17) Анаэробная очистка. Основные этапы очистки сточных вод. Способы очистки воды. Биофильтры. Аэротенки. Очистительные пруды. Биофильтры. Поля орошения. Поля фильтрации.

18) Биотехнология добычи нефти. Микробиологические методы повышения нефтеотдачи. Microbial enhanced oil recovery (MEOR).

19) Микроорганизмы нефтяного пласта. Микробиологическая трансформация органического вещества нефти

с образованием нефтевытесняющих соединений в заводняемом пласте.

20) Разнообразие и таксономия метаногенов. Гидрогенотрофные и ацетокластический метаногенез. Метаногенез в почве, болотах и торфе.

21) Метаногенез в пищеварительном тракте насекомых и др.

22) Метаногены и метаногенез в гиперсоленой среде.

23) Вклад метанообразования и окисления метана в метановую эмиссию (из пресноводных систем).

24) Разнообразие и таксономия микроорганизмов, образующих алифатические углеводороды.

25) Роль бактерий и архей в образовании нефтяных углеводородов.

Рекомендации для оценивания выполнения задания

* Эссе должно быть выдержано в стиле, принятом в научном сообществе. Следует обратить внимание на терминологическую точность.
* Текст должен содержать все композиционно необходимые части (введение, структурированная основная часть, заключение). Во введении должно быть отмечено место рассматриваемой проблемы в современной науке.
* Комментарии к аргументам сообщения должны опираться на современные сведения из разных областей наук.
* В эссе должны быть явно выделены актуальность и практическая значимость описываемой проблематики.
* Представление эссе должно опираться на нормы академической дискуссии. Студент должен предложить свои идеи, связанные с рассматриваемой ситуацией

Описание показателей и критериев оценивания выполнения задания, описание шкал оценивания

|  |  |
| --- | --- |
| Показатель | Баллы  |
| Студент выполняет менее 50% задания | 0-20 |
| Задание студент выполняет все или большей частью, есть отдельные неточности, способен при направляющих вопросах исправить допущенные неточности | 21-32 |
| Задание выполнено студентом правильно, самостоятельно в полном объеме | 33-40 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Уровни сформированности компетенции | Баллы | Традиционная отметка |
| Недостаточный  | Менее 20 | неудовлетворительно |
| Базовый  | 20-26 | удовлетворительно |
| Повышенный | 27-32 | хорошо |
| 33-40 | отлично |

7.3. Шкала и критерии оценивания

Шкала оценивания компетенций:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Уровень сформированности компетенции | Оценка в 5-ти балльной шкале | Оценка на зачете |
| Недостаточный | неудовлетворительно | не зачтено |
| Базовый | удовлетворительно  | зачтено |
| Высокий | хорошо  |
| Продвинутый | отлично  |

Критерии оценивания компетенций:

| **Индикаторы достижения компетенций** | **Критерии оценивания компетенций** |
| --- | --- |
| **Недостаточный уровень** | **Базовый уровень** | **Высокий уровень** | **Продвинутый уровень** |
| З1: теоретические основы экологии микроорганизмов и органической геохимии | Не знает теоретические основы экологии микроорганизмов и органической геохимии  | Неуверенно знает теоретические основы экологии микроорганизмов и органической геохимии  | Уверенно знает теоретические основы экологии микроорганизмов и органической геохимии | В совершенстве знает теоретические основы экологии микроорганизмов и органической геохимии |
| З2: основные аспекты в области взаимодействий микроорганизмов и углеводородов | Не знает основные аспекты в области взаимодействий микроорганизмов и углеводородов | Неуверенно знает основные аспекты в области взаимодействий микроорганизмов и углеводородов | Уверенно знает основные аспекты в области взаимодействий микроорганизмов и углеводородов | В совершенстве знает основные аспекты в области взаимодействий микроорганизмов и углеводородов |
| З3: основы экологии микроорганизмов и органической геохимии | Не знает основы экологии микроорганизмов и органической геохимии | Неуверенно знает основы экологии микроорганизмов и органической геохимии | Уверенно знает основы экологии микроорганизмов и органической геохимии | В совершенстве знает основы экологии микроорганизмов и органической геохимии |
| У1: использовать знания об основных понятиях экологии микроорганизмов и органической геохимии | Не умеет использовать знания об основных понятиях экологии микроорганизмов и органической геохимии | Умеет при минимальной помощи использовать знания об основных понятиях экологии микроорганизмов и органической геохимии | Умеет использовать знания об основных понятиях экологии микроорганизмов и органической геохимии | Умеет в совершенстве использовать знания об основных понятиях экологии микроорганизмов и органической геохимии |
| У2: осуществлять поиск информации по изучаемой проблематике | Не умеет осуществлять поиск информации по изучаемой проблематике | Умеет при минимальной помощи осуществлять поиск информации по изучаемой проблематике | Умеет осуществлять поиск информации по изучаемой проблематике | Умеет в совершенстве осуществлять поиск информации по изучаемой проблематике |
| У3: применять знания в области экологии микроорганизмов и органической геохимии для ведения фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований | Не умеет применять знания в области экологии микроорганизмов и органической геохимии для ведения фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований | Умеет при минимальной помощи применять знания в области экологии микроорганизмов и органической геохимии для ведения фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований | Умеет применять знания в области экологии микроорганизмов и органической геохимии для ведения фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований | Умеет в совершенстве применять знания в области экологии микроорганизмов и органической геохимии для ведения фундаментальных и прикладных междисциплинарных исследований |
| В1: поиска источников информации, критического анализа и оценки современных научных достижений в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Не владеет навыками поиска источников информации, критического анализа и оценки современных научных достижений в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Неуверенно владеет или владеет с минимальной помощью навыками поиска источников информации, критического анализа и оценки современных научных достижений в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Уверенно владеет навыками поиска источников информации, критического анализа и оценки современных научных достижений в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Владеет в совершенстве навыками поиска источников информации, критического анализа и оценки современных научных достижений в области экологии микроорганизмов и органической геохимии |
| В2: формулирования научных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Не владеет навыками формулирования научных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Неуверенно владеет или владеет с минимальной помощью навыками формулирования научных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Уверенно владеет навыками формулирования научных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Владеет в совершенстве навыками формулирования научных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии |
| В3: современными технологиями применения современного междисциплинарного научного подхода | Не владеет современными технологиями применения современного междисциплинарного научного подхода | Неуверенно владеет или владеет с минимальной помощью современными технологиями применения современного междисциплинарного научного подхода | Уверенно владеет применением современными технологиями применения современного междисциплинарного научного подхода | Владеет в совершенстве современными технологиями применения современного междисциплинарного научного подхода |
| Г1: к формулированию научно обоснованных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Не готов к формулированию научно обоснованных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Готов при минимальной помощи к формулированию научно обоснованных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | В целом готов к формулированию научно обоснованных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии | Полностью готов к формулированию научно обоснованных гипотез в области экологии микроорганизмов и органической геохимии |
| Г2: к формулированию полученных знаний в виде научных текстов (эссе) | Не готов к формулированию полученных знаний в виде научных текстов (эссе) | Готов при минимальной помощи к формулированию полученных знаний в виде научных текстов (эссе) | В целом готов к к формулированию полученных знаний в виде научных текстов (эссе) | Полностью готов к к формулированию полученных знаний в виде научных текстов (эссе) |
| Г3: применять современные научные подходы экологии микроорганизмов и органической геохимии для решения научно-практических задач | Не готов применять современные научные подходы экологии микроорганизмов и органической геохимии для решения научно-практических задач | Готов применять современные научные подходы экологии микроорганизмов и органической геохимии для решения научно-практических задач | В целом готов применять современные научные подходы экологии микроорганизмов и органической геохимии для решения научно-практических задач | Полностью готов применять современные научные подходы экологии микроорганизмов и органической геохимии для решения научно-практических задач |

Критерии оценки работы на семинарских занятиях

Семинарские занятия не предусмотрены

Критерии оценки докладов

Доклады не предусмотрены

**Критерии оценки ответов на промежуточной аттестации (зачете)**

При оценке ответа студента на зачете учитываются:

* правильность ответа на вопрос;
* содержание и полнота ответа на поставленные дополнительные вопросы;
* логика изложения материала;
* умение связывать теоретические и практические аспекты вопроса;
* культура письменной или устной речи.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Оценка | Сумма баллов | Требования |
| Зачтено | Отлично | Студент свободно владеет фактическим материалом по заданному вопросу, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения. |
| Хорошо | Студент, владея материалом вопроса, знает его фактическую сторону, умеет правильно сделать выводы, но допускает отдельные ошибки или неточности, недостаточно логично доказывает свою точку зрения. |
| удовлетворительно | Студент затрудняется дать полный, исчерпывающий ответ на один из вопросов билета или дополнительный вопрос. |
| Не зачтено | неудовлетворительно | Студент не получает зачет в том случае если демонстрирует или полное незнание материала билета, или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленными перед ним вопросами, проявляет беспомощность при ответе на дополнительные или наводящие вопросы. При этом студент не ориентируется в профессиональной терминологии. |

8. Ресурсное обеспечение:

1. Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных программой, оснащенная учебной мебелью, средствами наглядной проекции.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети Интернет и с доступом к электронной информационно-образовательной среде МГУ.
3. Комплект лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения
4. Доступ (в том числе удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам <https://www.arb-silva.de>, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> , сайтам профилирующих журналов, находящихся в свободном доступе.

9. Язык преподавания: Русский.

10. Преподаватель:

Строева Александра Романовна, МГУ имени М.В.Ломоносова, биологический факультет, старший научный сотрудник, кандидат химических наук

Ученое звание – доцент

11. Разработчик программы: Строева Александра Романовна, старший научный сотрудник кафедры микробиологии биологического факультета МГУ