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

УТВЕРЖДАЮ

и.о. декана П.В.Красильников /_____ /

«___» _____20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ГЛОБАЛЬНЫХ БИОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССАХ

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

Экотехнологии

Форма обучения: очная

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 05.04.06 «Экология и природопользование» программы магистратуры

ОС МГУ, утвержденный решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от 28 декабря 2020 года (протокол №7).

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** относится к вариативной части, дисциплина по выбору

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** общепрофессиональные дисциплины базовой части программы бакалавра по направлению «Экология и природопользование», а также спецкурсы «Экология бактерий», «Экология грибов», «Экологическая биохимия», «Экофизиология микроорганизмов».

3. **Планируемые результаты обучения в результате освоения дисциплины, соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников:**

Компетенции выпускников (коды)	**Индикаторы (показатели) достижения компетенций**	**Планируемые результаты обучения по дисциплине, сопряженные с компетенциями**
МПК-1 **МПК-2**	**МПК-1.3** **МПК-2.1**	Знают роль микроорганизмов в формировании и поддержании современного состава атмосферы, причинами развития парникового эффекта и глобальных климатических аномалий в результате антропогенных воздействий. Знают условия микробного образования и поглощения парниковых газов в процессе сельскохозяйственной эксплуатации почв. Владеют подходами регуляции процессов трансформации углерода и азота в почвах в целях повышения почвенного плодородия и снижения масштабов эмиссии парниковых.

4. **Объем дисциплины** 2 з.е., в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** очный.

6. **Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам, с указанием отведенного на них количества академических часов, и виды учебных занятий**:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины / форма текущей аттестации	**Всего (часы)**	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**			**Всего**
Раздел 1. Роль микроорганизмов в биосферных процессах	12	6				6			6
Раздел 2. Микробные процессы трансформации парниковых газов	20	4	6			10			10
Раздел 3. Биологический цикл азота	20	4	6			10			10
Раздел 4. Глобальный бюджет парниковых газов	18	4	6			10			8
Промежуточная аттестация – зачет	*зачет*						2		
Итого:	72	36					36		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Роль микроорганизмов в биосферных процессах. Понятие биосферы. Глобальные биосферные процессы. Роль микроорганизмов в формировании атмосферы на протяжении геологических эпох. Современные изменения природной среды и климата.

Раздел 2. Микробные процессы трансформации парниковых газов. Биологический цикл углерода. Таксономическое разнообразие микроорганизмов цикла углерода, осуществляемые ими процессы и продукты реакций. Дыхание почвы, CO2 как конечный продукт микробной деструкция природных полимеров. Условия протекания процессов микробного окисления органического вещества в почвах и океанах. Пути трансформации органического вещества в анаэробных условиях.

Образование метана. Метаногены. Физиология и биохимия метаногенеза.

Субстраты для метаногенеза. Анаэробные местообитания метаногенных бактерий в природе. Метаногены – эндосимбионты простейших и млекопитающих. Микробное окисление метана. Метанотрофы. Облигатные метанотрофы. Строение и функционирование фермента метанмоно¬оксигеназы. Этапы окисления метана. Субстратная специфичность метанмонооксигеназы. Природные и синтетические ингибиторы процесса. Микроорганизмы, участвующие в процессах окисления метана. Сопряжение процессов окисления метана и аммония в наземных экосистемах.

Раздел 3. Биологический цикл азота. Таксономическое разнообразие микроорганизмов цикла азота, осуществляемые ими процессы и продукты реакций. Условия протекания процессов в почвах и океане.

Азотфиксация. Таксономическое разнообразие азотфиксаторов, нитрогеназа, условия протекания процесса в почвах и океане. Фототрофная, симбиотическая, ассоциативная азотфиксация. Активность процессов, связь с фотосинтезом. Глобальный бюджет азотфиксации, масштабы вовлечения атмосферного азота в почвы и морские экосистемы.

Нитрификация. Автотрофные нитрифицирующие бактерии. Фермент¬ные системы. Образование и поглощение азотсодержащих парниковых газов. Нитрифицирующие археи. Гетеротрофная нитрификация в почвах. Таксономическое разнообразие гетеротрофных нитрификаторов, условия протекания процесса в почвах, масштабы и экологическая роль. Анаэробное окисление аммония, «анаммокс» процесс.

Денитрификация. Восстанавливаемые и окисляемые субстраты. Биохимия процесса. Таксономическое разнообразие денитрифицирующих бактерий в почвах и морских экосистемах. Влияние факторов внешней среды на активность денитрификации. Особенности протекания денитрификации в почвах (влияние растений, минеральных и органических удобрений, степени окультуренности почвы). Образование N2O у грибов: сходство и различия метаболизма с истинными денитрификаторами.

Диссимиляционное восстановление нитратов в аммоний, нитратнитритное дыхание. Роль органического вещества и степени увлажнения на соотношение этих процессов в почвах. Источники и масштабы эмиссии аммиака в наземных и морских экосистемах.

Микробная трансформация углерода и азота в почвенных агрегатах.

Формирование анаэробных зон внутри почвенных агрегатов. Влияние размера почвенных агрегатов на образование CO2, CH4, N2O и величину эмиссии парниковых газов из почв.

Региональный бюджет парниковых газов. Образование и поглощение парниковых газов в ненарушенных экосистемах: горных почвах, лесных и степных экоценозах. Особенности трансформации углерода и азота в осушенных торфяниках и торфяных почвах на территории России. Биосферная функция торфяников. Эмиссия и поглощение парниковых газов в городских почвах.

Раздел 4. Глобальный бюджет парниковых газов. Биосферные источники и стоки диоксида углерода. Образование и ассимиляция CO2 в наземных и морских экосистемах. Мировой океан как глобальный регулятор атмосферной концентрации CO2. Наземные экосистемы как источники CO2 на территории России.

Цикл метана в наземных экосистемах. Глобальные источники и стоки метана. Пути регуляции метаногенеза в почвах. Образование и поглощение метана на территории России.

Цикл метана в океане. Особенности образования и поглощения метана в полярных и тропических акваториях. Тренды глобальных изменений океанического цикла метана под воздействием антропогенных факторов.

Глобальные источники и стоки N2O. Прямая и косвенная эмиссия закиси азота в мировом сельскохозяйственном производстве. Почвы как основной биосферный источник N2O. Образование и поглощение N2O в мировом океане, глубинная стратиграфия, сезонная динамика и районы повышенной эмиссии.

Микробное образование и поглощение NO. Глобальный бюджет окиси азота в биосфере. Влияние периодического иссушения-увлажнения почвы на величину потока окиси азота из наземных экосистем в атмосферу. Микробное образование и поглощение молекулярного водорода. Соотношение биотической и литогенной составляющей продукции водорода. Роль молекулярного водорода в межагрегатном взаимодействии. Биосферная функция почвенных агрегатов.

7. **Фонд оценочных средств для оценивания результатов обучения по дисциплине**:

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

Рекомендуемые темы докладов и рефератов:

1. Микробное образование и поглощение парниковых газов в наземных экосистемах. Роль почв в формировании состава атмосферы.
2. Биосферные источники и стоки диоксида углерода микробного происхождения. Наземные экосистемы как источники CO2 на территории России.
3. Биологические источники и стоки метана в наземных экосистемах, их вклад в развитие парникового эффекта.
4. Микробные процессы образования и поглощения N-содержащих парниковых газов в наземных и морских экосистемах.
5. Масштабы поступления газообразных окислов азота микробного происхождения из почв в атмосферу. Глобальные климатические последствия.
6. Особенности микробной трансформации углерода и азота в почвенных агрегатах. Роль почвенных агрегатов в процессах микробной трансформации парниковых газов в почвах.

7. Глобальный бюджет азотфиксации, масштабы вовлечения атмосферного азота в наземных экосистемах. Теоретические основы биологического земледелия.
8. Особенности трансформации углерода и азота в осушенных торфяниках. Экологические последствия.
9. Источники и масштабы эмиссии аммиака в наземных экосистемах. Аммиак в атмосфере. Экологические последствия.
10. Соединения серы в атмосфере. Микробные пути образования и поглощения газообразных соединений серы. Экологическое значение.

7.2. **Типовые контрольные вопросы, задания или иные материалы для проведения промежуточной аттестации:**

1. Таксономическое разнообразие микроорганизмов цикла углерода, осуществляемые ими процессы и эмиссия парниковых газов (CO2, CH4).
2. Микробное образование и поглощение N- содержащих парниковых газов в наземных и морских экосистемах.
3. Микробная трансформация серы. Образование и поглощение
4. газообразных соединений серы в наземных экосистемах и мировом океане.
5. Биологический цикл азота. Таксономическое разнообразие микроорга-низмов цикла азота, осуществляемые ими процессы и продукты реакций.
6. Фототрофная азотфиксация. Таксономическое разнообразие фототрофных азотфиксаторов, условия протекания азотфиксации. Лишайники, саговниковые растения.
7. Симбиотическая азотфиксация. Клубеньковые бактерии. Активность процесса, масштабы поступления атмосферного азота в почвы.
8. Несимбиотическая азотфиксация. Энергетическое обеспечение в почвах; таксономическое разнообразие бактерий - несимбиотических азотфиксаторов. Сезонная динамика и масштабы несимбиотической азотфиксации в почвах.
9. Ассоциативная азотфиксация. Определение процесса, связь с фотосин-тезом. Интенсивность протекания в филлосфере и ризосфере различных растений, роль в азотном балансе почв.
10. Глобальный бюджет азотфиксации, масштабы вовлечения атмосферного азота в наземные экосистемы.
11. Нитрификация. Автотрофные нитрифицирующие бактерии. Промежуточные и конечные продукты реакций. Экологическое значение.
12. Гетеротрофная нитрификация в почвах. Таксономическое разнообразие гетеротрофных нитрификаторов, условия протекания процесса в почвах, масштабы и экологическая роль.
13. Анаэробное окисление аммония. Таксономическое положение и использование анаммокс-бактерий в биотехнологии.
14. Анаэробное окисление метана в торфяных почвах. Вклад метанотрофов в окисление аммония в почвах.
15. Нитрифицирующие археи. Особенности физиологии. Распространение, численность и экологическая роль в почвах.
16. Денитрификапия. Газообразные продукты реакций. Экологическая роль.
17. Биологические пути образования и поглощения закиси азота в почвах. Влияние антропогенных факторов.

18. Образование N2O у грибов: сходство и различия метаболизма с истинными денитрификаторами.
19. Микробное образование и поглощение окиси азота в почвах. Глобальный бюджет окиси азота в биосфере.
20. Водород-зависимая и хемоденитрификация в почвах.
21. Диссимиляционное восстановление нитратов в аммоний, нитрат-нитритное дыхание. Роль органического вещества и степени увлажнения на соотношение этих процессов в почвах.
22. Пути образования и масштабы эмиссии аммиака в наземных экосистемах. Экологическое значение процесса.
23. Биосферная функция почвенных агрегатов. Роль молекулярного водорода в межагрегатном взаимодействии**.**

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

В таблице представлена шкала оценивания результатов обучения по дисциплине. Уровень знаний обучающегося оценивается на "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Оценка "отлично" выставляется, если обучающийся демонстрирует сформированные систематические знания, умения и навыки их практического использования. Оценка "хорошо" ставится, если при демонстрации знаний, умений и навыков студент допускает отдельные неточности (пробелы, ошибочные действия) непринципиального характера. При несистематических знаниях, демонстрации отдельных (но принципиально значимых навыков) и затруднениях в демонстрации других навыков выставляется оценка «удовлетворительно». Оценка "неудовлетворительно" ставится, если знания и умения фрагментарны, а навыки отсутствуют.

ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ результатов обучения (РО) по дисциплине				
Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	**2**	**3**	**4**	**5**
Знания	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые	Сформированные навыки (владения), применяемые

		фрагментарного опыта)	не в активной форме	при решении задач

9. **Ресурсное обеспечение:**

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:
  1. Степанов А.Л. «Микробная трансформация парниковых газов в почвах», Москва, ГЕОС, 2011
  2. Умаров М.М., Кураков А.В., Степанов А.Л. «Микробная трансформация азота в почвах», Москва, ГЕОС, 2007
- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- Описание материально-технической базы:

  А. Помещения:

  – аудитория, рассчитанная на стандартную группу учащихся (15-20 человек)

  – компьютерный класс с выходом в Интернет для самостоятельной работы

  Б. Оборудование:

  – мультимедийный проектор, компьютер, экран для учебной аудитории

10. **Язык преподавания:** русский

11. **Преподаватель (преподаватели):**

Степанов Алексей Львович
Должность зав. кафедрой
Ученая степень: д.б.н., 2000 г.
Ученое звание: профессор, 07.06.2010

12. **Разработчики программы:**

Степанов Алексей Львович
Должность зав. кафедрой
Ученая степень: д.б.н., 2000 г.
Ученое звание: профессор, 07.06.2010

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Курс знакомит студентов с условиями микробного образования и поглощения парниковых газов в процессе сельскохозяйственной эксплуатации земель, ролью микроорганизмов в формировании и поддержании современного состава атмосферы, причинами развития парникового эффекта и глобальных климатических аномалий в результате антропогенных воздействий. Подробно рассматривается физиология и экология микроорганизмов осуществляющих процессы образования и поглощения парниковых газов в почвах. Проводится оценка роли микроорганизмов в обеспечении почвенного плодородия,

снижении масштабов эмиссии парниковых газов в сельском хозяйстве, а также практическом использовании микроорганизмов в современной агробиотехнологии.