

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

УТВЕРЖДАЮ

И.о.декана П.В. Красильников / _____ /

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

06.04.02 Почвоведение

Направленность (профиль) ОПОП:

Земельные ресурсы и функционирование почв

Форма обучения: очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
факультета почвоведения (протокол № _____, дата _____)

Москва 2021

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 06.04.02 Почвоведение программы магистратуры.

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

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная часть, модуль профессиональный, дисциплина по выбору, обязательна для освоения

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия**

Высшая математика;

Физика;

Общая химия;

Экология;

Основы почвоведения;

Почвоведение;

Учение о почвенных свойствах и процессах;

Химия почв;

Физика почв;

Биология почв

Биосферные функции почв;

Математическая статистика;

Математическое моделирование биогеохимических циклов элементов.

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
М-СПК-1	М-СПК-1.1	Знать теоретические основы, позволяющие понимать сложные взаимодействия биогеохимических циклов элементов и климата и основные подходы, которые используются при изучении биогеохимических циклов и изменений климата (наблюдение, эксперимент, метаанализ, моделирование), их достоинства и ограничения.
М-СПК-2	М-СПК-2.1	Уметь критически анализировать информацию об антропогенных нарушениях БГХЦ и климатических изменениях в прошлом, настоящем и будущем.
М-СПК-3	М-СПК-3.1	Уметь применять полученные знания при составлении рекомендаций для принятия управленческих решений, направленных на адаптацию и смягчение последствий изменений БГХЦ и климата.

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 (это может быть тестирование, доклад с презентацией, устный опрос и т.д.)	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. Глобальные изменения климата. Взаимодействие климата и биогеохимических циклов		10	10			20			16
Тема 1. Основные понятия климатологии. Глобальные изменения климата		2	2			4	2		2
Тема 2. Парниковый эффект		2	2			4	2		2
Тема 3. Изменения климата в постиндустриальную эпоху		2	2			4	4		4

Тема 4. Изменение биогеохимических циклов в постиндустриальную эпоху		2	2			4	4		4
Тема 5. Взаимодействие климата и биогеохимических циклов		2	2			4	4		4
Форма текущей аттестации по разделу – - устный опрос в рамках занятий семинарского типа, рефераты, доклады	<i>Текущий контроль успеваемости может быть реализован в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций</i>								
Раздел 2. Математическое моделирование – ведущий метод изучения глобальных изменений климата		4	12			16			20
Тема 1. Климатические модели и эволюция их структуры		2	2			4			4
Тема 2. Модуль глобальных климатических моделей, представляющий		2	10			12			16

биогеохимический цикл углерода на суше									
Форма текущей аттестации по разделу – - устный опрос в рамках занятий семинарского типа, рефераты, доклады									
Практическая подготовка** <i>(при наличии)</i>									
Промежуточная аттестация - зачет	зачет, экзамен						XX - Часы на проведение промежуточной аттестации выделяются из часов самостоятельной работы обучающегося.		
Итого:	72	36 (14 – лекции, 22 –семинары)					36		

**** Практическая подготовка (при наличии) осуществляется на базе ...(указать – структурное подразделение МГУ или организацию (предприятие), практическая подготовка на базе которого осуществляется на основании Договора)**

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Изменения климата. Взаимодействие климата и биогеохимических циклов.

Тема 1. Основные понятия климатологии. Глобальные изменения климата

Введение. Климатология и история ее развития. Основные понятия (погода, климат, глобальная климатическая система). Климатообразующие процессы. Обнаружение климатических изменений и их «атрибуция» (необходимые понятия). Изменения климата в разных временных масштабах. Классификация масштабов изменчивости характеристик климатической системы. Причины изменения климата. Методы изучения изменений климата. Последствия изменения климата

Тема 2. Парниковый эффект

Открытие парникового эффекта и развитие этой концепции. Парниковые газы. Естественные и антропогенные источники и поглотители парниковых газов. Современные глобально усредненные оценки концентраций основных парниковых газов в атмосфере. Прогноз сокращения концентрации парниковых газов в атмосфере при сокращении антропогенных выбросов.

Тема 3. Изменения климата в постиндустриальную эпоху

Наблюдаемые изменения климатической системы за период инструментальных наблюдений. Являются ли изменения климата в постиндустриальную эпоху необычными по сравнению с более ранними изменениями в истории Земли? Причины изменения климата в XX веке. Можно ли их объяснить естественной изменчивостью? Как быстро изменится концентрация парниковых газов в атмосфере при сокращении антропогенных выбросов?

Тема 4. Изменение биогеохимических циклов в постиндустриальную эпоху

Антропогенное воздействие на биогеохимические циклы. Биогеохимический цикл углерода и его антропогенное возмущение. Что происходит с диоксидом углерода после его выброса в атмосферу? Глобальный бюджет метана в атмосфере. Антропогенное возмущение естественного азотного цикла. Антропогенное изменение естественного цикла фосфора.

Тема 5. Взаимодействие климата и биогеохимических циклов

Обратная связь между климатом и углеродным циклом. Обратные связи между климатом и другими биогеохимическими циклами. Воздействия изменений климата на экосистемы суши. Последствия ожидаемых климатических изменений для баланса углерода почв России.

Раздел 2. Математическое моделирование – ведущий метод изучения глобальных изменений климата

Тема 1. Климатические модели и эволюция их структуры.

Прогноз погоды. История развития и современное состояние прогнозирования погоды. Иерархия моделей атмосферы по масштабам. Климатические модели и эволюция их структуры. Сценарии изменения климата. Мультимодельные эксперименты (CMIP5, CMIP6). Основные Направления развития математического моделирования климатических изменений и прогнозирования погоды.

Тема 2. Модуль глобальных климатических моделей, представляющий биогеохимический цикл углерода на суше

Неопределенность глобальных климатических моделей, связанная с модулем углеродного цикла на суше. Почвенные модели углеродного цикла, включенные в глобальные модели CMIP5 и их характеристики. Сравнение результатов моделирования 11 моделей из CMIP5 с эмпирическими оценками запасов почвенного углерода. Почему модели CMIP5 так сильно различаются в прогнозах динамики запасов органического вещества почв? Основные направления улучшения моделей для повышения реалистичности прогнозов динамики углерода почв: Развитие теории (концептуальных моделей) органического вещества почв; развитие методов изучения органического вещества почв; развитие моделей динамики органического вещества почв. Биогеохимические модели почв нового поколения (Millennial, MIMICS, CORPSE). Сравнение традиционных моделей с моделями нового поколения.

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

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

Примеры тем рефератов и докладов:

1. Причины изменения климата.
2. Открытие парникового эффекта и развитие этой концепции.
3. Естественные и антропогенные источники и поглотители парниковых газов.
4. Причины изменения климата в XX веке.
5. Изменение биогеохимических циклов в постиндустриальную эпоху.
6. Обратная связь между климатом и углеродным циклом.
7. История развития климатических моделей.
8. Почвенные модели углеродного цикла, включенные в глобальные модели.
9. История развития моделей динамики органического вещества почв.
10. Биогеохимические модели почв нового поколения.

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

Примерные вопросы для зачета

1. Основные понятия (погода, климат, климатические переменные, глобальная климатическая система Земли).
2. Основные факторы, влияющие на климат Земли (внутренние и внешние; естественные и антропогенные).
3. Изменения климата в разных временных масштабах.
4. Методы изучения изменений климата.
5. Наблюдаемые изменения климатической системы за период инструментальных наблюдений.

6. Является ли изменение климата в постиндустриальную эпоху необычным по сравнению с более ранними изменениями в истории Земли?
7. Причины изменения климата в XX веке. Можно ли их объяснить естественной изменчивостью?
8. Как быстро изменится концентрация парниковых газов в атмосфере при сокращении антропогенных выбросов?
9. Биогеохимический цикл углерода и его антропогенное возмущение.
10. Глобальный бюджет метана в атмосфере.
11. Антропогенное возмущение естественного азотного цикла.
12. Антропогенное изменение естественного цикла фосфора.
13. Обратная связь между климатом и углеродным циклом.
14. Воздействия изменений климата на экосистемы суши
15. Последствия ожидаемых климатических изменений для баланса углерода почв России.
16. История развития и современное состояние прогнозирования погоды.
17. Глобальные климатические модели и эволюция их структуры.
18. Мультимодельные эксперименты (CMIP5, CMIP6).
19. Развитие теории (концептуальных моделей) органического вещества почв.
20. Развитие моделей динамики органического вещества почв.
21. Биогеохимические модели почв нового поколения. Модель Millennial.
22. Сравнение моделей нового поколения динамики органического вещества почв (Millennial) с традиционными моделями (Century). Какова цена усложнения моделей?

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 соответствующи е виды оценочных средств	2	3	4	5
Знания <i>Устный зачет</i>	Отсутстви е знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированны е систематические знания
Умения <i>Доклады и рефераты на заданную тему</i>	Отсутстви е умений	В целом успешное, но не систематическо е умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиальног о характера)	Успешное и систематическое умение

9. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная литература

Шейн Е.В., Рыжова И.М. Математическое моделирование в почвоведении. Учебник. 2016. 382 с.

Кислов А.В., Суркова Г.В. Климатология. М.,ИНФРА-М, 2020, 324 с.

Семенов С.М. Парниковый эффект: открытие, развитие, концепции, роль в формировании глобального климата и его антропогенных изменений// Фундаментальная и прикладная климатология. 2015. №2, 103-126.

Мониторинг потоков парниковых газов в природных экосистемах ([Алферов А. М. и др.]. Саратов. Амирит, 2017. 279с.

Дополнительная литература

Дымников В.П., Лыкосов Е.М., Володин Е.М. Моделирование климата и его изменений: современные проблемы // Вестник Российской академии наук, 2012, том 82, № 3, с. 227–236.

Моисеенко Т.И. Эволюция биогеохимических циклов в современных условиях антропогенных нагрузок: пределы воздействий // Геохимия, 2017, № 10, с. 841–862.

Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М., ГЕОС, 2015, 233с.

Crowther, T. W.; Todd-Brown, K. E. O.; Rowe, C. W. et al. Quantifying global soil carbon losses in response to warming. Nature 2016, 540(7631), 104–108. doi:10.1038/nature20150 .

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Интернет ресурсы:
- <https://www.meteorf.gov.ru/product/climat/> сайт Росгидромета

- <https://www.ipcc.ch/> сайт Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК)
- Описание материально-технической базы: аудитория, ПК, проектор, экран.

10. Язык преподавания: русский

11. Преподаватель (преподаватели):

Рыжова Ирина Михайловна

Должность: профессор

Ученая степень (когда и где присуждена): дбн (02.06.2006 ВАК Минобрнауки РФ)

Ученое звание (когда и кем присвоено): профессор (28.05.2013 ВАК Минобрнауки РФ)

12. Разработчики программы:

Рыжова Ирина Михайловна

Должность: профессор

Ученая степень (когда и где присуждена): дбн (02.06.2006 ВАК Минобрнауки РФ)

Ученое звание (когда и кем присвоено): профессор (28.05.2013 ВАК Минобрнауки РФ)

13. Краткая аннотация дисциплины:

Биогеохимические циклы углерода, азота, фосфора играют ведущую роль в функционировании земной системы. От концентрации парниковых газов зависит климат планеты. Понимание сложных взаимодействий биогеохимических циклов и климата имеет решающее значение для понимания климатических изменений в прошлом, настоящем и будущем и принятия управленческих решений, направленных на адаптацию и смягчение последствий. В курсе рассматриваются взаимодействие климата и биогеохимических циклов. Дается сравнительная характеристика БГХЦ в настоящее время и доиндустриальный период. Особое внимание уделяется математическому моделированию, как ведущему методу изучения глобальных изменений БГХЦ и климата. Обсуждаются глобальные климатические модели и история их развития. Рассматривается проблема неопределенности прогнозов климатических моделей, связанной с почвенным модулем углеродного цикла на суше, включенным в глобальные климатические модели, и основные направления улучшения моделей для повышения реалистичности прогнозов.