

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:

БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЦИКЛЫ РАДИОНУКЛИДОВ

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

РАДИОЭКОЛОГИЯ

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 *05.04.06 Экология и природопользование* программы магистратуры

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова от 30 декабря 2020 года № 1368.

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:** (перечень освоенных дисциплин))

Химия
Физика
Биология
Математика
Почвоведение
Ландшафтоведение
Геохимия ландшафта
Геоэкология
Основы рационального природопользования
Органическая химия
Аналитическая химия
Общая химия
Общая экология
Радиоэкология
Лесная и сельскохозяйственная радиоэкология
Водная радиоэкология
Геохимия природных радионуклидов
Геохимия техногенных радионуклидов

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-3. Владеет знаниями об особенностях биогеохимических потоков и циклов естественных и техногенных радионуклидов в биосфере; способен давать оценку и прогноз изменения потоков в окружающей среде при различных радиационных ситуациях задач различного уровня	М- СПК-3.1 Применяет знания об особенностях биогеохимических потоков и циклов естественных и техногенных радионуклидов в биосфере при оценке и прогнозе изменения их потоков в окружающей среде при различных радиационных ситуациях.	Знает: особенности аккумуляции, распределения и формирования потоков естественных и техногенных радионуклидов в биосфере, в системах атмосфера – почва», «гидросфера – почва», «твердая – жидкая фаза почв», «почва- биота», геохимически сопряженных ландшафтах; Умеет: количественно оценивать потоки радиоактивных элементов между компонентами окружающей среды и в

		системе геохимически сопряженных ландшафтов; применять конкретные знания при контроле радиоэкологической обстановки, регулировании потоков радионуклидов в ландшафтах и использовании загрязненных территорий.
--	--	--

4. **Объем дисциплины** 3 з.е., в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 72 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения:** очная

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	Всего	Тестирование, ответы на вопросы	Подготовка докладов, рефератов	Всего
Раздел 1. __Показатели основных типов биологического круговорота органического вещества.	26	4	4	8	6	12	18
Тема 1 Введение. Роль наземных растительных экосистем в биосфере	10	2	2	4	2	4	6
Тема 2. От биологического круговорота к биогеохимическим циклам	16	2	2	4	4	8	12
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Раздел 2. <u>Биогеохимические циклы естественных радионуклидов</u>	40	4	8	12	12	16	28

Тема 1. Биогеохимические циклы естественных радионуклидов (^{238}U , ^{232}Th , ^{232}Ra , ^{40}K) в наземных экосистемах.	20	2	4	6	6	8	14
Тема 2. Биогеохимические циклы естественных радионуклидов в атмосфере (^{14}C , ^{236}Rn) и гидросфере (^3H).	20	2	4	6	6	8	14
Форма текущей аттестации по разделу.	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Раздел 3. Биогеохимические циклы техногенных радионуклидов	36	4	12	16	8	12	20
Тема 1. Биогеохимические циклы и потоки радионуклидов в ландшафтах	36	4	12	16	8	12	20
Форма текущей аттестации по разделу.	Задания для самостоятельной работы: подготовка отчета и презентаций по разработанным биогеохимическим циклам основных естественных и искусственных радионуклидов						
Промежуточная аттестация	экзамен				6		
Итого:	108	36			72		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

ВВЕДЕНИЕ

Некоторые этапы развития учения о круговороте веществ в биосфере. Теоретический фундамент учения о биологическом круговороте веществ и биогеохимических циклах элементов. Основные концепции биологического круговорота в работах В.И. Вернадского, В.Р.Вильямса, Б.Б. Полынова, В.М. Сукачева. Основные понятия учения о круговороте веществ и подходы к классификации круговорота (идеи Н.И. Базилевич, М.А. Глазовской, С.В. Зонна и др.).

Раздел 1. Показатели основных типов биологического круговорота органического вещества.

Тема 1. Роль наземных растительных экосистем в биосфере. Распространенность, разнообразие и общая площадь. Неоднородность, сложность структуры и многообразие трофических связей в экосистемах различных континентов Земного шара. Накопление органического вещества, азота и зольных элементов в фитомассе. Емкость и интенсивность биологического круговорота. Основные типы биологического круговорота веществ: арктический, тундровый, лесной, луговой, степной, пустынный. Характеристика круговоротов: запасы, структура и динамика фитомассы в различных растительных сообществах. Особенности формирования потоков веществ, обусловленные различными типами круговоротов.

Тема 2. От биологического круговорота к биогеохимическим циклам. Эволюция биологического круговорота. Основные тенденции современного развития круговорота веществ. Параметризация потоков биогеохимических циклов элементов.

Раздел 2. Биогеохимические циклы естественных радионуклидов

Тема 1. Биогеохимические циклы естественных радионуклидов (^{238}U , ^{232}Th , ^{232}Ra , ^{40}K) в наземных экосистемах. Содержание, распределение и запасы важнейших естественных радионуклидов (^{238}U , ^{232}Th , ^{232}Ra , ^{40}K) в литосфере и почве. Содержание и запасы естественных радионуклидов в компонентах биоты различных экосистем. Вклад различных компонентов биоты в общее загрязнение экосистемы. Годовые потоки естественных радионуклидов в биогеоценозах: вынос растениями и грибами, поступление с опадом, в составе кроновых и стволовых вод. Формы нахождения радионуклидов в почве и распределение по почвенному профилю. Факторы, определяющие миграцию радионуклидов в почве. Геохимические потоки естественных радионуклидов в почвах и системе сопряженных ландшафтов (инфильтрационный и поверхностный стоки). Динамика современных потоков естественных радионуклидов, обусловленная техногенезом (добыча и переработка урановой руды, производство и внесение минеральных удобрений, сжигание ископаемого топлива; добыча нефти и т.п.). Особенности биогеохимических циклов естественных радионуклидов в сравнении с параметрами биогеохимических циклов основных макро- и микроэлементов.

Тема 2. Биогеохимические циклы естественных радионуклидов в атмосфере (^{14}C , ^{236}Rn) и гидросфере (^3H). Содержание, распределение и запасы ^{14}C , ^{236}Rn и ^3H в почве, атмосфере, гидросфере, в компонентах биоты различных экосистем. Вклад различных компонентов биоты в общее загрязнение экосистем и годовые потоки ^{14}C , ^{236}Rn и ^3H в наземных и водных экосистемах. Потоки ^{14}C , ^{236}Rn и ^3H в водной, воздушной и почвенной средах и системах «атмосфера – гидросфера – почва», «почва- гидросфера», «почва –атмосфера» и факторы, их определяющие. Потоки ^{14}C , ^{236}Rn и ^3H в составе атмосферных осадков, поверхностного стока, кроновых и стволовых вод, в составе инфильтрационного стока в почвенном профиле. Динамика современных потоков ^{14}C , ^{236}Rn и ^3H , обусловленная техногенезом (функционирование предприятий ядерно-топливного цикла, добыча и переработка урановой руды, добыча и сжигание газа и т.п.).

Особенности биогеохимических циклов ^{14}C , ^{236}Rn и ^3H в сравнении с параметрами биогеохимических циклов основных макроэлементов в атмосфере и гидросфере.

Раздел 3. Биогеохимические циклы техногенных радионуклидов

Тема 1. Биогеохимические циклы и потоки радионуклидов в ландшафтах

Основные подходы к оценке запасов техногенных радионуклидов в компонентах природных экосистем. Распределение и запасы техногенных радионуклидов в наземных и водных экосистемах. Оценка вклада компонентов биоты в суммарное загрязнение экосистем. Годовые потоки техногенных радионуклидов в ландшафтах: вынос растениями и грибами, поступление с опадом, в составе стволовых и кроновых вод, внутрисочвенного стока, перераспределение в системе геохимически сопряженных ландшафтов. Роль различных потоков в изменении зоны загрязнения. Факторы, определяющие потоки радионуклидов в наземных и водных экосистемах. Биогеохимические циклы основных техногенных радионуклидов (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{131}I , ^{238}Pu , ^{241}Am) в наземных и водных экосистемах. Особенности биогеохимических циклов техногенных радионуклидов в сравнении с параметрами биогеохимических циклов основных макро- и микроэлементов и естественных радионуклидов. Отличительные особенности биогеохимических циклов техногенных радионуклидов от биогеохимических циклов их стабильных изотопов и химических аналогов.

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

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

Рекомендуемые темы:

I. Особенности поступления и распределения радионуклидов в литосфере и почвах:

- 1) особенности поступления радионуклидов в почву
- 2) запасы радионуклидов в литосфере и почвах
- 3) особенности распределения радионуклидов в профиле различных типов почв

II. Особенности накопления и распределения радионуклидов в компонентах биоты:

- 1) накопление радионуклидов в различных компонентах биоты наземных и водных экосистем
- 2) виды - концентраторы

III. Вклад различных компонентов в аккумуляцию радионуклидов

- 1) в наземных экосистемах
- 2) в водных экосистемах

IV. Годовые потоки радионуклидов в различных экосистемах

- 1) в системе «почва – растение»
- 2) в системе «почва – атмосфера»
- 3) в системе «почва – растение»
- 4) в системе геохимически сопряженных ландшафтов
- 5) в системе «гидросфера – донные отложения»
- 6) в системе «вода -гидробионты»
- 7) в системе «донные отложения – гидробионты» и т.п.

V. Особенности биогеохимической миграции естественных и техногенных радионуклидов в различных ландшафтах (автоморфных и гидроморфных) и экосистемах (наземных, водных, лесных и луговых, агроценозах и т.п.).

VI. Динамика биогеохимических потоков радиоактивных элементов в биосфере

- 1) естественных радионуклидов
- 2) техногенных радионуклидов

Студентам предлагается самостоятельно разработать биогеохимические циклы основных естественных и искусственных радионуклидов по имеющимся в научной литературе данным:

1. Биогеохимический цикл ^{238}U в еловых лесах (тайги, тундры, лесотундры)
2. Биогеохимический цикл ^{232}Th в широколиственных лесах (дубравы, липняки)
3. Биогеохимический цикл ^{40}K в сосняках-зеленомошниках
4. Биогеохимический цикл ^{226}Ra в мелколиственных лесах (березняки, осинники)
5. Биогеохимический цикл ^{14}C в растительных сообществах пустынь, полупустынь
6. Биогеохимический цикл ^{241}Am в степных растительных сообществах
7. Биогеохимический цикл ^{239}Np в луговых растительных сообществах
8. Биогеохимический цикл ^{239}Pu в тропических (субтропических) лесах
9. Биогеохимический цикл ^{60}Co в водных экосистемах
10. Биогеохимический цикл ^{59}Fe в смешанных лесах

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

1. Основные подходы к оценке запасов радионуклидов в компонентах различных экосистем (наземных, водных, лесных, луговых, агроценозов и т.п.).
2. Оценка вклада основных компонентов экосистем в их суммарное загрязнение
3. Основные потоки радионуклидов в экосистемах и факторы, их определяющие
4. Поступление радионуклидов в почву в наземных экосистемах (в составе атмосферных осадков, опада, стволовых и кроновых вод и т.п.)
5. Поступление радионуклидов в составе внутрипочвенного стока
6. Роль различных потоков в изменении зоны загрязнения.
7. Биогеохимические циклы природных радионуклидов и факторы, их определяющие (^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{40}K , ^{14}C , ^3H).
8. Особенности биогеохимических циклов природных радионуклидов в различных экосистемах (лесных, луговых, степных, водных, агроценозах)
9. Биогеохимические циклы техногенных радионуклидов и факторы, их определяющие (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{131}I , ^{238}Pu , ^{241}Am)
10. Особенности биогеохимических циклов техногенных радионуклидов в различных экосистемах (лесных, луговых, степных, водных, агроценозах)
11. Особенности многолетней динамики годовых потоков в биогеохимических циклах техногенных радионуклидов в различных ландшафтах
12. Отличительные особенности биогеохимических циклов техногенных радионуклидов от биогеохимических циклов их стабильных изотопов, химических аналогов и естественных радионуклидов.

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) не принципиального 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 (виды оценочных средств: устные и письменные опросы, самостоятельные и контрольные работы, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: контрольные работы, написание рефератов и докладов на заданную тему)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности)	Отсутствие навыков (владений, опыта)	Наличие отдельных навыков (наличие фрагментарного опыта)	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. Ресурсное обеспечение:

- Перечень основной и дополнительной учебной литературы:
 - Базилевич Н.И., Титлянова А.А. Биологический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в природных наземных экосистемах. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2008. 381 с.
 - Башкин В.Н. Биогеохимия. Учебное пособие. М. : Высшая школа, 2008. 423 с.
 - Башкин В.Н. , Касимов Н.С. Биогеохимия М. : Науч. мир, 2004. 647 с.
 - Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 2000 .
- Перечень лицензионного программного обеспечения

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: MS Windows10, MS Teams
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)^
Радиозкологический информационно-учебный ресурс «Экорадмод» (<https://soil.msu.ru/kafedry/kaf-radioecologia/ecoradmod>)
- Описание материально-технической базы
 - А. Помещения
 - 2 лекционные аудитории, оборудованные оргтехникой (проектор, компьютер, выход в Интернет);
 - Б. Оборудование
 - для семинарских и лекционных аудиторий: необходимая оргтехника, ЭВМ и др.;
 - В. Иные материалы

10. Язык преподавания: русский

11. Преподаватель (преподаватели):

Щеглов Алексей Иванович

Должность: заведующий кафедрой

Ученая степень (когда и где присуждена): доктор биологических наук, 6 июня 1997 г.

Высший аттестационный комитет Российской Федерации

Ученое звание (когда и кем присвоено): старший научный сотрудник, 3 апреля 1992 г.

Высшая аттестационная комиссия при Совете Министров СССР

Цветнова Ольга Борисовна

Должность: ведущий научный сотрудник

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат биологических наук, 22.12.1987 г.

Совет в Московском университете им. М.В. Ломоносова

Ученое звание (когда и кем присвоено): доцент, 10.09.2013 Министерство образования и науки Российской Федерации

12. Разработчики программы:

Щеглов Алексей Иванович

Должность: заведующий кафедрой

Ученая степень (когда и где присуждена): доктор биологических наук, 6 июня 1997 г.

Высший аттестационный комитет Российской Федерации

Ученое звание (когда и кем присвоено): старший научный сотрудник, 3 апреля 1992 г.

Высшая аттестационная комиссия при Совете Министров СССР

Цветнова Ольга Борисовна

Должность: ведущий научный сотрудник

Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат биологических наук, 22.12.1987 г.

Совет в Московском университете им. М.В. Ломоносова

Ученое звание (когда и кем присвоено): доцент, 10.09.2013 Министерство образования и науки Российской Федерации

13. Краткая аннотация дисциплины: В процессе обучения студентам дается представление о трансформации и перемещении естественных и техногенных радионуклидов в природных и антропогенно модифицированных средах, современной роли человека в глобальном перераспределении радионуклидов в биосфере. Изучаются подходы к оценке запасов радионуклидов в компонентах биогеоценозов и их вклада в суммарное загрязнение ландшафтов. Рассматриваются особенности годовых потоков естественных и техногенных радионуклидов в различных экосистемах и факторы, их определяющие. Дается оценка вклада различных потоков радионуклидов в биогеохимических циклах этих элементов. Рассматривается динамика биогеохимических циклов и дается прогноз их изменения в результате интенсификации функционирования объектов атомной промышленности. Для обсуждения на семинарских занятиях студентам предлагается самостоятельно разработать биогеохимические циклы основных естественных и искусственных радионуклидов по имеющимся в научной литературе данным: