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:

БИОГЕННАЯ МИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ

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

На обратной стороне титула:

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
Органическая химия
Общая химия
Общая экология
Радиоэкология
Лесная и сельскохозяйственная радиоэкология
Водная радиоэкология
Биогеохимические циклы радионуклидов
Формы соединений радионуклидов в почвах

Биогеохимические циклы 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 и закономерностях проявления радиационных эффектов на молекулярном, клеточном и организменном уровнях. Способен прогнозировать экологические последствия радиоактивного загрязнения для различных типов экосистем, выявлять критические компоненты биоты и понимать процессы пострадиационного	**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:** основные потоки в биогеохимических циклах естественных и техногенных радионуклидов, особенности их формирования в различных ландшафтных и фитоценотических условиях; основные методики, показатели и способы определения накопления радионуклидов в компонентах биогеоценоза, а также ограничения данных методик в отношении определения потоков биогенной миграции радионуклидов **Умеет:** давать оценку и

восстановления биогеоценозов		прогноз изменения потоков биогенной миграции радионуклидов в окружающей среде в различных ландшафтах и фитоценозах, при разных сценариях развития радиационных ситуаций

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:** 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**	Теститрова-ние, ответы на вопросы	Подготовка докладов, рефератов	**Всего**
Тема 1. Факторы, определяющие миграцию техногенных радионуклидов в почвенном профиле.	11	-	6	6	2	3	5
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Тема 2. Биогенная миграция радионуклидов	12	-	6	6	2	4	6
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме, «Мозговой штурм»						
Тема 3. Влияние корневых систем растений на миграцию	11		6	6	2	3	5

радионуклидов							
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Тема 4. Методы полевых и модельных экспериментов по установлению роли компонентов биоты в миграции радионуклидов	11	-	6	6	2	3	5
Форма текущей аттестации по разделу –	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Тема 5. Учет роли биоты в существующих моделях биогеохимического цикла радионуклидов	12	-	6	6	2	4	6
Форма текущей аттестации по разделу.	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме						
Тема 6. Анализ результатов модельных экспериментов по оценке роли корневых систем в биогенной миграции	12	-	6	6	2	4	6
Форма текущей аттестации по разделу.	Задания для самостоятельной работы: подготовка отчета с анализом результатов модельных экспериментов по оценке роли корневых систем в биогенной миграции радионуклидов						
Промежуточная аттестация	*экзамен*				3		
Итого:	72	36			36		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Тема 1. Факторы, определяющие миграцию техногенных радионуклидов почвенном профиле.

Основные дозообразующие радионуклиды. Формы их нахождения и подвижность в экосистемах. Вклад различных процессов в миграцию радионуклидов. Сравнение теоретических представлений об интенсивности миграции радионуклидов в почвах с их фактическим перемещением в почвенном профиле.

Тема 2. Биогенная миграция радионуклидов

Биогенная миграция. Развитие научных взглядов в области биогенной миграции. Основные проблемы развития данного направления.

Многообразие путей биогенной миграции. Группы радионуклидов по отношению к биогенной миграции. Прямое и косвенное воздействие биологических агентов на перераспределение радионуклидов в почвенном профиле.

Влияние различных компонентов биоты на миграцию радиоцезия. Компоненты биоты, как агенты миграции радионуклидов.

Сравнение интенсивности влияния различных агентов биологической миграции в различных природных зонах и типах биогеоценозов (*«Мозговой штурм»).*

Тема 3. Влияние корневых систем растений на миграцию радионуклидов

Особенности строения и функционирования корневых систем. Поглощение корневыми системами питательных элементов и радионуклидов.

Существующие наработки, проблемы и перспективы развития в области исследований поглощения элементов корневыми системами растений.

Влияние видовых особенностей растений на накопление в них радионуклидов. Сравнение удельной активности почвы и корневых систем. Корневые выделения (экссудаты), их количество, функции и состав.

Тема 4. Методы полевых и модельных экспериментов по установлению роли компонентов биоты в миграции радионуклидов.

Особенности полевых исследований: пробоотбор и пробоподготовка. Основные методические ошибки, возникающие при проведении полевых исследований.

Постановка модельных экспериментов. Допущения модельных экспериментов по установлению роли корневых систем.

Тема 5. Учет роли биоты в существующих моделях биогеохимического цикла радионуклидов.

Определения вклада биоты в перераспределение радионуклидов (на примере ^{137}Cs). Данные, необходимые для учета роли корневых систем в перераспределении радионуклидов.

Тема 6. Анализ результатов модельных экспериментов по оценке роли корневых систем в биогенной миграции

Анализ проводится на основании результатов 3 модельных экспериментов:

Модельный эксперимент 1 - оценка количества радионуклида, поступающего в корнеобитаемую среду (почву/вытяжку) в результате деятельности корневых систем. Эксперимент предполагает внесение ^{137}Cs на поверхность хвои молодых саженцев, помещенных в сосуды с почвогрунтом в условиях, исключающих его поступление за счет корневых систем после внекорневого поглощения и перераспределения между

структурными компонентами растений. Параллельно проводится эксперимент с водной культурой, помещенной в почвенную вытяжку.

Модельный эксперимент 2 - оценка количества радионуклида, поступающего в чистый раствор за счет корневых выделений и возможности перемещения элемента по поверхностной водной пленке корневых систем. Эксперимент заключается в создании изолированного питания саженцев в растворах при разделении их корневой системы на две части и помещение одной части в сосуд с чистым питательным раствором, а другой – с почвенной вытяжкой, содержащей ^{137}Cs. В качестве контроля осуществляется аналогичный эксперимент с мертвыми корнями саженцев.

Модельный эксперимент 3 - сравнение поглощения радионуклидов саженцами древесных пород из почвогрунта и вытяжки.

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

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

Рекомендуемые темы:

1. Минеральная теория питания растений
2. Существующие исследования, проблемы и перспективы развития в области поглощения элементов корневыми системами растений.
3. Компоненты биоты, как агенты миграции радионуклидов. Сравнение интенсивности влияния различных агентов биологической миграции в различным природных зонах и биогеоценозах.
4. Особенности строения и функционирования корневых систем. Поглощение корневыми системами питательных элементов и радионуклидов. Активное и пассивное поглощение веществ корневыми системами.
5. Факторы, определяющие миграцию техногенных радионуклидов в почвах
6. Роль корневых выделений растений в формировании свойств корнеобитаемой среды
7. Корневые выделения (экссудаты), их количество, функции и состав.
8. Влияние корней древесных растений на миграцию техногенных радионуклидов в почвах (на примере ^{137}Cs и ^{90}Sr)
9. Количественная оценка выделения химических элементов растениями в процессе жизнедеятельности

Примеры тестов, темы рефератов, презентаций, докладов по темам

1. История исследований в области питания растений. Водная и гумусовая теория питания
2. Активное или метаболическое поглощение веществ корневыми системами;
3. Пассивное или неметаболическое поглощение веществ корневыми системами.
4. Роль корневых систем растений в накоплении и перераспределении радионуклидов в почвах
5. Влияние различных компонентов биоты на миграцию радионуклидов
6. Влияние почвенных беспозвоночных на миграцию радионуклидов;
7. Влияние роющих млекопитающих на миграцию радионуклидов;
8. Влияние грибного мицелия на перераспределение радионуклидов;
9. Влияние микробиоты на перераспределение радионуклидов.

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

1. Основные дозообразующие радионуклиды, поступление в экосистемы, формы нахождения в почве.
2. Влияние различных процессов на миграцию основных дозообразующих техногенных радионуклидов: диффузия, конвективный перенос, лессиваж. Сравнение теоретических представлений об интенсивности перемещения радионуклидов с фактическим их перемещением в почвенном профиле
3. Биогенная миграция. Развитие научных взглядов в области биогенной миграции радионуклидов. Основные проблемы и перспективы данного направления.
4. Многообразие путей биогенной миграции. Группы радионуклидов по отношению к биогенной миграции. Прямое и косвенное воздействие биологических агентов на перераспределение радионуклидов в почвенном профиле.
5. Сравнение удельной активности различных структурных компонентов растений. Влияние видовых различий растений на накопление радионуклидов.
6. Корневые выделения (экссудаты), их количество, функции и состав. Радионуклиды в составе корневых выделений.
7. Особенности полевых исследований: пробоотбор и пробоподготовка. Основные методические ошибки, возникающие при проведении полевых исследований.
8. Постановка модельных экспериментов. Допущения модельных экспериментов по установлению роли компонентов биоты в перераспределении радионуклидов.
9. Особенности определения итогового вклада биоты в перераспределение радионуклидов (на примере ^{137}Cs). Данные, необходимые для учета роли корневых систем в перераспределении 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) 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	**2**	**3**	**4**	**5**

оценочных средств				
Знания *(виды оценочных средств: устные и письменные опросы, самостоятель-ные 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 непринципиального 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:
  1. Попова Е.П. Роль корневых систем древесных растений в перераспределении ^{137}Cs в почвах. Диссер. канд.биол. наук. М.:МГУ, 2019
  2. Щеглов А.И. Биогеохимия техногенных радионуклидов в лесных экосистемах. М.: Наука, 2000 .
  3. Щеглов А. И., Цветнова О. Б., Попова Е.П. Влияние корней древесных растений на перераспределение 137-cs в почвах сосняков и березняков зоны радиоактивного загрязнения // Вестник МГУ. Серия 17: Почвоведение, 2016. №2

- Перечень лицензионного программного обеспечения
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем: MS Windows10, MS Teams
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)^
  Радиоэкологический информационно-учебный ресурс «Экорадмод» (https://soil.msu.ru/kafedry/kaf-radioecologia/ecoradmod)
- Описание материально-технической базы
  А. Помещения

- 2 лекционные аудитории, оборудованная 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:** Курс направлен на углубленное изучение закономерностей биогенной миграции радионуклидов в почвах, изменение потоков биогенной миграции радионуклидов в окружающей среде в различных ландшафтах и фитоценозах, при разных сценариях развития радиационных ситуаций. В курсе рассматриваются факторы, определяющие биогенную миграцию радионуклидов в почвах, роль корневых выделений систем растений в этом процессе. В рамках семинарских занятий предусматривается анализ результатов конкретных модельных

экспериментов по оценке роли корневых систем в биогенной миграции радионуклидов, а также проведение «мозгового штурма» для решения ряда проблемных задач.