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:

РАДИОНУКЛИДЫ В СОСТАВЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВ

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 природопользования программы магистратуры

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

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

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**
Химия
Физика
Биология
Математика
Общее землеведение
Почвоведение
Ландшафтоведение
Геохимия ландшафта
Экология с основами биогеографии
Геоэкология
Органическая химия
Аналитическая химия
Основы почвоведения
Общая химия
Общая физика
Геология
Общая экология
Физиология и биохимия растений
Радиоэкология
Лесная и сельскохозяйственная радиоэкология
Водная радиоэкология

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. Владеет системой знаний о формах соединений радионуклидов и их подвижности в компонентах природных и агроэкосистем; современных проблемах и перспективах развития науки. Способен	**М-СПК-1.1.** Применяет знания о формах соединений радионуклидов и их подвижности в компонентах природных и агроэкосистем при решении экологических проблем и прикладных задач различного уровня.	**Знает:** основные методы исследования органических веществ почв; химическую природу, состав и строение компонентов гумуса, содержащих в своем составе экологически значимые радионуклиды. **Умеет:** дать прогноз влияния компонентов гумуса на подвижность радионуклидов в почвах разных типов и доступность для растений, дать рекомендации по

применять полученные знания при решении экологических проблем и прикладных задач различного уровня		использованию гумусовых веществ для снижения поступления радионуклидов в пищевые цепи.

4. **Объем дисциплины** 2 з.е.**,** в том числе 24 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 48 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**	Тестирова-ние, ответы на вопросы	Подготовка докладов, рефератов	**Всего**
Раздел 1. Методы исследования радионуклидов в составе компонентов органических веществ почв	24	-	8	8	8	8	16
Тема 1. Применение фракционнно-группового анализа гумуса в практике радиоэкологических исследований.	12	-	4	4	4	4	8
Тема 2. Применение гель-хроматографии в практике радиоэкологических исследований.	12	-	4	4	4	4	8
Форма текущей аттестации по разделу	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов, решение задач по теме						
Раздел 2. Органоминеральные взаимодействия и соединения в	12	-	4	4	4	4	8

почве							
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. Радионуклиды в составе групп и фракций гумуса	18	-	6	6	6	6	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, решение задачи						
Раздел 4. Радионуклиды в составе органических соединений почвенных растворов	16	-	6	6	5	5	10
Форма текущей аттестации по разделу	Задания для самостоятельной работы: подготовка ответов на вопросы для поведения текущей аттестации, тестирование, подготовка докладов и рефератов по теме, решение задачи						
Промежуточная аттестация	*зачет*				2		
Итого:	72	24			48		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Методы исследования радионуклидов в составе компонентов органических веществ почв.

Тема 1. Применение фракционнно-группового анализа гумуса в практике радиоэкологических исследований. Метод И.В.Тюрина-М.М.Кононовой (в модификации В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой) и метод В.Н. Ефимова и М.Г. Васильковой в практике радиоэкологических исследований. Схема анализа и основные стадии процесса. Извлечение липидов в аппарате Сокслета. Отделение фульвокислот от неспецифических органических соединений методом Форсита. Выделение гематомелановых кислот.

Сорбционные методы разделения радионуклид-органических соединений водных экстрактов и фульвокислот на ионитах. Электрофорез. Диализ. Выделение радионуклид-органических веществ почвенных методом высокоскоростного центрифугирования.

Тема 2. Применение гель-хроматографии в практике радиоэкологических исследований.

Область применения гель-хроматографии. Принцип разделения веществ на молекулярно-массовые фракции. Состав стационарной и подвижной фаз хроматографической колонки: марки геля и типы буферных систем.

Аппаратура для гель-хроматографии. Техника элюирования: сбор и анализ фракций элюата.

Количественная оценка экспериментальных данных: определение общего, внешнего и внутреннего объема хроматографической колонки. Коэффициент распределения вещества на хроматографической колонке. Градуировочная кривая для расчета молекулярных масс исследуемых соединений.

Методы определение молекулярных масс органических соединений почв и содержания в их составе радионуклидов.

Раздел 2. Органоминеральные взаимодействия и соединения в почве

Номенклатура органоминеральных соединений по Л.Н.Александровой. Простые (гетерополярные) соли. Комплексно-гетерополярные соединения. Адсорбционные комплексы в почве: алюмо - и железогумусовые комлексы, глиногумусовые и кремнегумусовые комплексы. Основные представители соединений, состав, строение, природа связи с катионом металла, растворимость, подвижность, устойчивость и форма нахождения органоминеральных коллоидов в почве; факторы влияния на данные параметры.

Раздел 3. Радионуклиды в составе групп и фракций гумуса

Особенности распределения основных экологически значимых радионуклидов по группам и фракциям органического вещества почв. Факторы влияния на содержание радионуклидов в компонентах гумуса: природа радионуклида, свойства и тип почвы, время с момента поступления радионуклида в почву.

Роль неспецифических органических соединений и низкомолекулярных компонентов собственно гумусовых кислот в связывании радионуклидов и образовании их подвижных форм. Заряд органоминеральных соединений, содержащих радионуклиды.

Сравнительный анализ содержания в группах и фракциях гумуса Sr-90, его химического аналога кальция и типоморфных элементов (железа и алюминия).

Возможные механизмы связи радионуклидов с гумусовыми веществами. Миграция радионуклидов в почве в составе органоминеральных соединений.

Теоретическая и практическая значимость исследования распределения радионуклидов по различным компонентам гумуса и природы связи радионуклидов с ними. Оценка подвижности радионуклидов в почве на основе данных о их содержании в составе групп и фракций гумуса.

Влияние гуминовых веществ почв на поступление радионуклидов в растения. Использование гуминовых препаратов для снижения биологической доступности

америция и других актиноидов из почв. Поступление Cs-137 и Sr-90 в растения в присутствии гуминовых кислот и других органических лигандов.

Раздел 4. Радионуклиды в составе органических соединений почвенных растворов

Методика исследования радионуклид-органических соединений почвенных растворов с помощью гель-фильтрации. Распределение основных экологически значимых радионуклидов по молекулярно-массовым фракциям почвенных растворов на примере почв, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС. Сравнительная оценка подвижности радионуклидов в почве на основе их содержания во фракциях водорастворимого органического вещества. Оценка доступности растениям радионуклидов в составе органических соединений почвенных растворов. Определение вклада водорастворимых органических веществ в поступление радионуклидов в растения.

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

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

Примеры тестов, темы рефератов, презентаций, докладов:

1. Основные направления влияния органического вещества на формы нахождения и подвижность радионуклидов в почве.
2. Миграция радионуклидов в почве в составе органоминеральных соединений.
3. Основные типы органоминеральных соединений в почве.
4. Распределение группы радионуклидов «чернобыльского» выброса по группам и фракциям гумуса, выделенным методом И.В.Тюрина-М.М.Кононовой (в модификации В.В.Пономаревой и Т.А.Плотниковой).
5. Использование пирофосфатного метода фракционирования гумуса для оценки связи радионуклидов с органическими веществами в почвах, загрязненных в результате аварии на ЧАС.
6. Возможные механизмы связи радионуклидов с гумусовыми веществами.
7. Методы исследования органических соединений радионуклидов в почвенных растворах (гель-хроматография, электрофорез, ионный обмен и др.).
8. Расчет параметров хроматографической колонки, стационарная и подвижные фазы в методе радиогель-хроматографии почвенных растворов.
9. Определение молекулярно-массового состава фракций органических соединений почвенных растворов (дерно-подзолистой почвы, каштановой почвы, чернозема и краснозема) с помощью заданных параметров хроматографического процесса, расчет содержания радионуклида (иода-125, кальция-45, железа-56; стронция-85, цезия-137) в составе фракций.
10. Применение метода гель-хроматографии для оценки молекулярно-массового состава ассоциатов цезия-137 с органическими соединениями в почвенных растворах 30-км зоны ЧАЭС.
11. Применение метода гель-хроматографии для оценки молекулярно-массового состава ассоциатов стронция-90 с органическими соединениями в почвенных растворах 30-км зоны ЧАЭС.
12. Применение метода гель-хроматографии для оценки молекулярно-массового состава ассоциатов плутония-239+240 и америция-241 с органическими соединениями в почвенных растворах 30-км зоны ЧАЭС.
13. Оценка относительной подвижности группы радионуклидов (цезий-137, стронций-90, плутоний-239+240 и америций-241) в составе их ассоциатов с органическими веществами в почвенных растворах 30-км зоны ЧАЭС.
14. Определение коэффициентов накопления радионуклидов растениям из состава разных фракций органических соединений почвенных растворов, оценка их

вклада в поступление радионуклидов из почв в растения (на основе результатов модельных экспериментов).

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

Примерные вопросы для зачета:

1. Основные методы исследования состава органического вещества почв.
2. Примеры распределения цезия-137 по группам и фракциям гумуса разных типов почв, оценка относительной подвижности радионуклида в почвах.
3. Примеры распределения стронция-90 по группам и фракциям гумуса разных типов почв, оценка относительной подвижности радионуклида в почвах.
4. Сравнительная характеристика содержания цезия-137 и стронция-90 в различных группах и фракциях гумуса, оценка их подвижности в почвах.
5. Радионуклиды в составе липидов почв, методы и результаты исследования.
6. Радионуклиды в составе фульвокислот и неспецифических органических соединений; методы и результаты исследования.
7. Номенклатура органоминеральных соединений по Л.Н.Александровой.
8. Простые (гетерополярные) соли, комплексно-гетерополярные соединения и асорбционные комплексы в почве (алюмо - и железогумусовые комлексы, глиногумусовые комплексы). Растворимость, подвижность и устойчивость органоминеральных коллоидов в почве.
9. Сравнительная характеристика распределение по группам и фракциям гумуса стронция-90, его химического аналога кальция и типоморфных элементов почв (железа и алюминия), причины различий, связь с подвижностью в почве.
10. Использование методов высокоскоростного центрифугирования и гель-хроматографии в практике радоэкологических исследований. Неподвижная фаза и буферные системы. Маркерные органические соединения. Определение молекулярных масс органических соединений почвенных растворов и содержания радионуклидов в их составе.
11. Распределение цезия-137 и стронция-90 по различным фракциям органических соединений почвенных растворов лесных экосистем; методы исследования, факторы влияния, интерпретация результатов.
12. Распределение цезия-137 и стронция-90 по различным фракциям органических соединений почвенных растворов луговых экосистем; методы исследования, факторы влияния, интерпретация результатов.
13. Сравнительная характеристика распределения основных экологически значимых радионуклидов по молекулярно-массовым фракциям соединений почвенных растворов, оценка относительной подвижности радионуклидов в составе фракций.
14. Влияние природы радионуклида, типа почвы и химических и физико-химических свойств почвы на распределение радионуклида по компонентам гумуса.
15. Теоретическая и практическая значимость исследований природы связи радионуклидов с органическими веществами почв и примеры их использования для прогноза подвижности радионуклидов в почвенном профиле и ландшафте.
16. Практическая значимость исследований связи радионуклидов с органическими веществами почв и примеры их использования для снижения миграции радионуклидов по трофической цепи.

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 *(виды оценочных средств: устные и письменные опросы и контрольные работы, тесты)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств: практические контрольные задания, написание и защита рефератов 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.

  Основная литература.

1. Агапкина Г.И. Органические формы соединений искусственных радионуклидов в почвенных растворах природных биогеоценозов// Радиационная биология. Радиоэкология. 2002. Т.42. №4.
2. Бондарь Ю.И., Шманай Г.С., Ивашкевич Л.С. и др. Доступность ^{137}Cs и ^{90}Sr растениям из различных компонентов почвы // Почвоведение. 2000. № 4.
3. Вирченко Е.П., Агапкина Г.И. Радионуклид-органические соединения в почвах зоны влияния Чернобыльской АЭС// Почвоведение. 1993. № 1.
4. Медведева М В. Основные принципы колоночной хроматографии. Гель-фильтрация: учеб.-метод пособие для практ. М.: Цифровичок, 2012.
5. Орлов Д.С. Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 1985.
6. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во МГУ, 1981.
7. Павлоцкая Ф. И. Миграция радиоактивных продуктов глобальных выпадений в почвах. М. : Атомиздат, 1974.

Дополнительная литература

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука, 1980.
2. Детерман Г. Гель-хроматография. Пер. с нем. М.: Мир, 1970.
3. Кононова М.М. Органическое вещество почвы. М.: Из-во Академии наук СССР, 1963.
4. Коробова Е.М., Чижикова Н.П., Линник В.Г. Распределение Cs по гранулометрическим фракциям и в профиле аллювиальных почв поймы р.Ипуть и ее притока р.Булдынка (Брянская область)//Почвоведение. 2007. №4.
5. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Методика по изучению содержания и состава гумуса в почвах. М.: Изд-во МГУ, 1968.
6. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: Наука, 1996.
7. Сельскохозяйственная радиоэкология/ Под ред. Р.М. Алексахина и Н.А. Корнеева. М.: Экология, 1992.
8. Титаева Н.А. Ядерная геохимия: Учеб. для студентов вузов. М.: Изд-во Моск.ун-та, 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)
  «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):**

Агапкина Галина Ивановна
Должность: старший научный сотрудник
Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, 14.11.1984 г. Совет в Московском университете им. М.В. Ломоносова.

12. **Разработчики программы:**
Агапкина Галина Ивановна
Должность: старший научный сотрудник
Ученая степень (когда и где присуждена): кандидат химических наук, 14.11.1984 г. Совет в Московском университете им. М.В. Ломоносова.

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Курс знакомит с теоретическими основами взаимодействия радионуклидов с органическими веществами почвы, различающимися по химической природе и форме связи с почвенным поглощающим комплексом. Приводится группа методов выделения различных групп и фракций органических веществ. Дан анализ содержания искусственных и естественных радионуклидов в их составе и их роли в формировании различных по подвижности соединений радионуклидов в почвенном профиле и системе «почва-растение». Особое место отводится методам использования органических веществ для снижения подвижности радионуклидов в почве и поступления в растения, в том числе на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС. Подробно рассматривается разработанная на кафедре радиоэкологии и экотоксикологии методика оценки молекулярно-массового состава ассоциатов радионуклидов с органическим веществом почвенных растворов, определения содержания радионуклидов в их составе и оценки вклада ассоциатов в поступление радионуклидов из почвы в растения.