

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:

«ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ»

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

06.04.02 Почвоведение

Направленность (профиль) ОПОП:

_____Химия 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 06.03.02/06.04.02 Почвоведение программы магистратуры

ОС МГУ утвержден решением Ученого совета МГУ имени М.В.Ломоносова от _____ 20__ года (протокол №__).

1. Место дисциплины в структуре ОПОП:

вариативная часть

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:

высшая математика
 физика
 общая химия
 физическая химия
 коллоидная химия
 органическая химия
 аналитическая химия
 почвоведение
 химия почв

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
ПК-1 ПК-2 ПК-4 ПК-5	УК-1 УК-3 Владение современными физико-химическими инструментальными методами качественного и количественного анализа веществ в почвах. Умение выбирать методы химического анализа и способы представления результатов для оценки почв, способность организовать работу по контролю за экологическим состоянием почв.	<i>Знает:</i> Внутреннее строение атомов. Происхождение химических элементов. Распад радиоактивных ядер. Основы масс-спектрометрии. Методы определения возраста пород. Использование данных по изотопному составу свинца для выявления источников загрязнения различных объектов.
		<i>Умеет:</i> Осваивать новый опыт использования оборудования повышенной сложности.
		<i>Владеет:</i> Освоением новых методик и приборов, используемых для выполнения анализов. Процедурой поддержания в рабочем состоянии лабораторного оборудования. Методиками проведения химических и токсикологических исследований природных образцов. Методами определения возраста пород.
		<i>Имеет опыт деятельности</i> в области количественного определения элементов методом ИСП-МС в почвенных и водных образцах. Эксплуатации аналитического лабораторного оборудования. Изучения передового отечественного и зарубежного опыта анализа методом масс-спектрометрии. Проведения масс-спектрометрического анализа природных образцов.

4. Объем дисциплины составляет 108 (3 з.е.) в академических часах, в том числе 36 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, из

них 9 академических часов – на лекции, 27 академических часов - на семинарские занятия, 72 академических часа - на самостоятельную работу обучающихся.

5. Формат обучения: лекции, с использованием средств дистанционного сопровождения учебного процесса, самостоятельная работа обучающихся.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) 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), часы					Самостоятельная работа обучающегося		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	Всего	Подготовка докладов	Анализ литературы	Всего
Раздел 1. Введение. Определение основных понятий и терминов.	15	1	4	0	0	5	0	10	10
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 2. Внутреннее строение атомов. Происхождение химических элементов.	17	1	4	0	0	5	0	12	12
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 3. Распад радиоактивных ядер.	20	1	4	0	0	5	0	15	15
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 4. Масс-спектрометрия	22	2	6	0	0	8	0	14	14

Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 5 Изотопная геохимия тяжелых металлов и методы определения возраста пород.	15	2	5	0	0	7	0	8	8
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 6. Изотопная геохимия свинца и использование данных по его изотопному составу для выявления источников загрязнения различных объектов	19	2	4	0	0	6	0	13	13
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Промежуточная аттестация	Экзамен								
Итого:	108	36					72		

Содержание дисциплины по темам:

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ.

Определение основных понятий и терминов, используемых в рамках курса. Предпосылки и история развития изотопной геохимии. Открытие радиоактивности. Развитие метода масс-спектрометрии. Определение возраста Земли. Геохимическое фракционирование стабильных изотопов.

РАЗДЕЛ 2. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ АТОМОВ.

Систематика атомных ядер. Атомная масса. Стабильность ядер и распространенность изотопов. Происхождение атомов химических элементов.

РАЗДЕЛ 3. РАСПАД РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕР.

Виды радиоактивного распада. Закон радиоактивного распада. Цепочки радиоактивных превращений.

РАЗДЕЛ 4. МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ.

Основы масс-спектрометрии. Движение заряженных частиц в масс-спектрометре. Виды масс-спектрометров. Особенности проведения изотопного анализа.

РАЗДЕЛ 5. ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПОРОД.

Методы датирования геологических проб. Методы определения возраста по изотопному составу тяжелых металлов. Изотопная геохимия тяжелых металлов, используемых при определении возраста пород.

РАЗДЕЛ 6. ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ СВИНЦА.

Методы определения возраста, связанные с изотопным составом свинца. Изотопная геохимия свинца, урана и тория. Использование данных по его изотопному составу свинца для выявления источников загрязнения различных объектов.

Семинары:

Спеминар 1. ВВЕДЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ.

Определение основных понятий и терминов, используемых в рамках курса. Понятия «атом», «электрон», «нейтрон», «протон», «изотоп», «изотон», «изобар» Предпосылки и история развития изотопной геохимии. Открытие радиоактивности. Определение возраста Земли. Геохимическое фракционирование стабильных изотопов.

Семинар 2. ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ АТОМОВ. ПРОИСХОЖДЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ.

Систематика атомных ядер. Атомная масса. Стабильность ядер и распространенность изотопов.

Семинар 3. РАСПАД РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕР.

Бета-распад. Позитронный распад. Электронный захват. Альфа-распад. Спонтанное деление ядер. Закон радиоактивного распада. Распад радиоактивного родительского нуклида до стабильного дочернего нуклида. Цепочки радиоактивных превращений.

Семинар 4. МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ.

Основы масс-спектрометрии. Движение заряженных частиц в масс-спектрометре. Виды масс-спектрометров. Особенности проведения изотопного анализа. Метод изотопного разбавления.

Семинар 5. ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗРАСТА ПОРОД.

Методы датирования геологических проб. Rb-Sr метод определения возраста. Изотопная геохимия стронция. Sm-Nd метод определения возраста. Изотопная геохимия неодима. Lu-Hf метод определения возраста. Re-Os метод определения возраста.

Семинар 6. ИЗОТОПНАЯ ГЕОХИМИЯ СВИНЦА.

U-Pb и Th-Pb методы определения возраста. Изотопная геохимия свинца, урана и тория. Использование данных по его изотопному составу свинца для выявления

источников загрязнения различных объектов. Металлсодержащие добавки к моторному топливу. Каталитические нейтрализаторы выхлопных газов. Поступление в окружающую среду тяжелых металлов, связанное с работой двигателей внутреннего сгорания.

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

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

А. Примерный список вопросов для контрольных работ:

Контрольная работа 1. Определение основных понятий и терминов. Внутреннее строение атомов. Происхождение химических элементов.

1. Понятия «атом», «электрон», «нейтрон», «протон», «изотоп», «изотон», «изобар»
2. Предпосылки и история развития изотопной геохимии.
3. Геохимическое фракционирование стабильных изотопов.
4. Систематика атомных ядер. Атомная масса. Стабильность ядер и распространенность изотопов.
5. Распад радиоактивных ядер.
6. Закон радиоактивного распада.
7. Распад радиоактивного родительского нуклида до стабильного дочернего нуклида. Цепочки радиоактивных превращений.

Контрольная работа 2. Масс-спектрометрия.

1. Основы масс-спектрометрии. Движение заряженных частиц в масс-спектрометре.
2. Виды масс-спектрометров.
3. Особенности проведения изотопного анализа. Метод изотопного разбавления.

Контрольная работа 3. Изотопная геохимия тяжелых металлов и методы определения возраста пород.

1. Методы датирования геологических проб.
2. Rb-Sr метод определения возраста.
3. Sm-Nd метод определения возраста.
4. Lu-Hf метод определения возраста.
5. Re-Os метод определения возраста.

Контрольная работа 4. Изотопная геохимия свинца.

1. U-Pb и Th-Pb методы определения возраста.
2. Изотопная геохимия свинца, урана и тория.
3. Использование данных по его изотопному составу свинца для выявления источников загрязнения различных объектов.
4. Металлсодержащие добавки к моторному топливу.
5. Каталитические нейтрализаторы выхлопных газов.

Б. Примерный список вопросов для поведения текущей и промежуточной аттестации:

1. Понятия «атом», «электрон», «нейтрон», «протон», «изотоп», «изотон», «изобар»
2. Предпосылки и история развития изотопной геохимии.
3. Определение возраста Земли.
4. Геохимическое фракционирование стабильных изотопов.
5. Систематика атомных ядер.
6. Стабильность ядер и распространенность изотопов.
7. Бета-распад.
8. Позитронный распад.
9. Электронный захват.

10. Альфа-распад.
11. Спонтанное деление ядер.
12. Закон радиоактивного распада.
13. Распад радиоактивного родительского нуклида до стабильного дочернего нуклида.
14. Цепочки радиоактивных превращений.
15. Устройство масс-спектрометра.
16. Движение заряженных частиц в масс-спектрометре.
17. Виды масс-спектрометров.
18. Особенности проведения изотопного анализа на масс-спектрометре.
19. Методы датирования геологических проб.
20. Rb-Sr метод определения возраста.
21. Изотопная геохимия стронция.
22. Sm-Nd метод определения возраста.
23. Изотопная геохимия неодима.
24. Lu-Hf метод определения возраста.
25. Re-Os метод определения возраста.
26. U-Pb и Th-Pb методы определения возраста.
27. Изотопная геохимия свинца, урана и тория.
28. Использование данных по его изотопному составу свинца для выявления источников загрязнения различных объектов.
29. Металлсодержащие добавки к моторному топливу.
30. Каталитические нейтрализаторы выхлопных газов.
31. Поступление в окружающую среду тяжелых металлов, связанное с работой двигателей внутреннего сгорания.
32. Особенности геохимического фракционирования атомов лёгких элементов.
33. Изотопная геохимия кислорода.
34. Изотопная геохимия углерода.
35. Изотопная геохимия азота.
36. Изотопная геохимия серы.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы для проведения текущего контроля успеваемости.

Темы рефератов, которые могут быть написаны студентами при пропуске занятий.

1. Внутреннее строение атомов.
2. Происхождение химических элементов.
3. Виды радиоактивного распада.
4. Закон радиоактивного распада.
5. Устройство масс-спектрометра.
6. Rb-Sr метод определения возраста.
7. Геохимия рубидия и стронция.
8. Sm-Nd метод определения возраста.
9. Lu-Hf метод определения возраста.
10. Re-Os метод определения возраста.
11. U-Pb метод определения возраста.
12. Th-Pb метод определения возраста.
13. Геохимия свинца.
14. Геохимия тория.
15. Геохимия урана.
16. Изотопная геохимия легких элементов.

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)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические задания)	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) (вид оценочных средств: отчет о практической работе)	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 литературы:**

А. Основная литература.

1. Г.Фор. Основы изотопной геологии. М., Мир, 1989.
2. А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. Микроэлементы в почвах и растениях. М., Мир, 1989.
3. Д. В, Ладонин. Формы соединений тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах. М., изд-во МГУ, 2019.
4. М. А. Глазовская. Геохимия природных и техногенных ландшафтов М., Высшая школа, 2998.

- **Перечень лицензионного программного обеспечения**
- **Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)**
- **Описание материально-технической базы**

Помещения.

- Аудитория для лекций и семинаров, оборудованная мультимедийным проектором, экраном и компьютером с программным обеспечением для показа презентаций.

Оборудование.

- Персональный компьютер, подключенный к сети Интернет, мультимедийный проектор, экран.

10. Язык преподавания:

Русский.

11. Преподаватель:

- Ладонин Дмитрий Вадимович.

Должность: профессор.

Ученая степень: д. б. н., 2016, МГУ.

Ученое звание: доцент, 2019, МГУ.

12. Разработчик программы:

- Ладонин Дмитрий Вадимович.

Должность: профессор.

Ученая степень: д. б. н., 2016, МГУ.

Ученое звание: доцент, 2016, МГУ.

Цель дисциплины – изучить принципы изотопной геохимии и на их основе получить представления о перераспределении в объектах окружающей среды изотопов тяжелых металлов.

Задачи дисциплины - изучение особенностей строения атомов химических элементов; изучение механизмов радиоактивного распада атомов и закона радиоактивного распада; изучение масс-спектрометрических методов определения изотопного состава тяжелых металлов в почвах и других природных объектах; изучение методов определения возраста, основанных на изотопном составе тяжелых металлов; изучение процессов, приводящих к изменению изотопного состава тяжелых металлов в природных и техногенных условиях.