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:

«ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ»

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Направление подготовки (специальность):

06.03.02 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 бакалавриата

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:

Физика

Общая химия

Аналитическая химия

Почвоведение

Химия почв

Химический анализ 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 Способность выбирать методы исследования вещественного и элементного состава для характеристики химических процессов в почвах Владение современными представлениями о химических процессах в почвах и умение использовать эти знания для организации мониторинга почв Способность оценивать устойчивость почв к загрязнению и использовать эти знания на практике для оценки экологического состояния почв и прогноза экологических последствий	*Знает:* Классификацию неорганических загрязняющих веществ. Природные и техногенные источники тяжелых металлов. Формы нахождения тяжелых металлов в почвах и формы поступления загрязняющих веществ. Методы анализа, используемые для изучения загрязнения почв тяжелыми металлами. Инструментальные методы определения содержания тяжелых металлов в почвах. Особенности загрязнения почв отдельными химическими элементами и их группами.
		*Умеет:*Анализировать последствия воздействия хозяйственной деятельности на природные и техногенные объекты. Оценивать получаемые результаты химического анализа с точки зрения возможного загрязнения природного и техногенного объекта неорганическими загрязнителями
		Владеет: Методами контроля состояния окружающей среды в районе расположения организации. Процедурой сбора информации по загрязнениям окружающей среды неорганическими загрязняющими веществами.

		Имеет опыт деятельности: : Поиска и анализа информации по загрязнению окружающей среды различными группами неорганических поллютантов.

4. Объем дисциплины составляет 48 (2 з.е.) в академических часах, в том числе 20 академических часов, отведенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, - лекции, 28 академических часов 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.	5	2	0	0	0	2	0	3	3
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 2 Тяжелые металлы в окружающей среде. Природные и техногенные источники тяжелых металлов.	6	3	0	0	0	3	0	3	3
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 3. Формы нахождения тяжелых металлов в почвах и формы поступления загрязняющих веществ.	6	4	0	0	0	4	0	2	2

Методы анализа, используемые для изучения загрязнения почв тяжелыми металлами.									
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 4. Инструментальные методы определения содержания тяжелых металлов в почвах.	9	2	0	0	0	2	0	7	7
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 5. Загрязнение почв тяжелыми металлами в зоне воздействия промышленных предприятий.	6	2	0	0	0	2	0	4	4
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 6. Загрязнение почв тяжелыми металлами, связанное с работой транспорта.	4	1	0	0	0	1	0	3	3
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 7. Загрязнение тяжелыми металлами почв городов и прилегающих к ним территорий.	4	2	0	0	0	2	0	2	2

Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 8. Особенности загрязнения почв отдельными химическими элементами и их группами	4	2	0	0	0	2	0	2	2
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Раздел 9. Использование непочвенных объектов для изучения загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами	4	2	0	0	0	2	0	2	2
Форма текущей аттестации по разделу	Контрольная работа								
Промежуточная аттестация	Зачет								
Итого:	48	20					28		

Содержание дисциплины по разделам и темам.

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПОНЯТИЙ И ТЕРМИНОВ.

Основные этапы исследования загрязнения почв тяжелыми металлами: выбор контролируемых показателей, отбор почвенных проб в соответствии со спецификой исследуемой территории; подготовка почвенных проб к определению содержания загрязняющих веществ; количественное определение содержания загрязняющих веществ или их компонентов инструментальными методами; обработка и интерпретация полученных результатов.

Определение основных терминов и понятий, используемых в рамках курса. Представление о различных уровнях содержания химических элементов и их соединений в почвах. Принципы установления фонового содержания химических элементов в почвах и других природных объектах. Токсичност4ь неорганических загрязняющих веществ в почвах. Принципы нормирования неорганических загрязняющих веществ в почвах.

РАЗДЕЛ 2. ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ. ПРИРОДНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ИСТО4ЧНИКИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ.

Классификация тяжелых металлов. Природные источники тяжелых металлов. Содержание химических элем4ентов в различных горных породах. Глобальное и локальное загрязнение. Биогеохимические провинции. Техногенные источники загрязнения почв тяжелыми металлами. Аэротехногенное и гидрогенное загрязнение. Техногенные ассоциации химических элементов, поступающих в почву при разных видах техногенного загрязнения. Профильное распределение содержания тяжелых металлов как отражение влияния материнской породы, перераспределения вещества ходе почвообразовательного процесса и приноса вещества извне (загрязнения).

РАЗДЕЛ 3. ФОРМ4Ы НАХОЖДЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ И ФОРМЫ ПОСТУПЛЕНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ. МЕТОДЫ АНАЛИЗА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.

Почва как центральное звено экосистемы. Формы поступления тяжелых металлов в почву при различных видах техногенного загрязнения. Трансформация техногенных соединений в почвах. Почвенные компоненты, оказывающие наибольшее влияние на поведение ионов металлов в почвах: органическое вещество, высокодисперсные глинистые минералы, несиликатные со4единения (оксиды и гидроксиды) железа и марганца. Формы соединений тяжелых металлов в почвах. Принципы и методы их выделения из почв. Особенности выделения техногенной составляющей содержания тяжелых металлов в почвах.

РАЗДЕЛ 4. ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ.

Методы недеструктивного анализа твёрдых проб. Особенности подготовки проб почв для определения тяжелых металлов. Инструментальные методы измерения концентрации химических элементов в растворах, получаемых после разложения почвенных проб.

РАЗДЕЛ 5. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.

Пространственное распределение загрязняющих веществ от стационарного точечного источника. Атмосферный перенос загрязняющих веществ и факторы, на него влияющие. Математическое моделирование процессов переноса загрязняющих веществ и его

использование для изучения загрязнения почв. Особенности загрязнения почв выбросами различных предприятий: металлургических, энергетических, химических. Вещества, поступающие в почву в зависимости от вида промышленного производства. Полиэлементный характер загрязнения почв. Ассоциации химических элементов в почвах. Техногенные геохимические аномалии химических элементов в почвах. Изучение их состава для выявления источников загрязнения. Стратегия проведения исследований загрязнения почв, растительности и природных вод вокруг точечных источников загрязнения. Особенности отбора проб. Визуальные, химико-аналитические исследования и математическая обработка результатов. Показатели экологической обстановки в зоне воздействия газопылевых выбросов промышленных предприятий. Понятие о локальном фоновом уровне содержания веществ в почве. Принципы определения фонового уровня содержания химических элементов в почвах. Коэффициент концентрации. Суммарный показатель загрязнения. Изменение степени подвижности и фракционного состава соединений тяжелых металлов в почвах как следствие их загрязнения.

РАЗДЕЛ 6. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ, СВЯЗАННОЕ С РАБОТОЙ ТРАНСПОРТА.

Металлсодержащие добавки к моторному топливу. Каталитические нейтрализаторы выхлопных газов. Поступление в окружающую среду тяжелых металлов, связанное с работай двигателей внутреннего сгорания. Загрязнение почв, связанное с работой автотранспорта. Методы математического моделирования пространственного распределения загрязняющих веществ вокруг автомобильных дорог. Загрязнение почв, связанное с работой железнодорожного транспорта.

РАЗДЕЛ 7. ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ ГОРОДОВ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ ТЕРРИТОРИЙ.

Источники загрязнения и загрязняющие городские почву вещества. Загрязнение городских почв тяжелыми металлами. Полиэлементный характер загрязнения городских почв. Техногенные ассоциации химических элементов. Суммарный показатель загрязнения почв тяжелыми металлами. Утилизация промышленных и бытовых отходов. Проблемы использования осадка сточных вод. Проведение исследований загрязнения городских почв. Особенности отбора проб, методов химического анализа и обработки полученных результатов. Условия выбора фонового уровня содержания металлов в почвах.

РАЗДЕЛ 8. ОСОБЕННОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ОТДЕЛЬНЫМИ ХИМИЧЕСКИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ И ИХ ГРУППАМИ.

Изотопный состав свинца и его использование для выявления источников загрязнения почв. Элементы платиновой группы в почвах и их участие в техногенном загрязнении. Редкоземельные элементы в почвах и их участие в техногенном загрязнении.

РАЗДЕЛ 9. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕПОЧВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ.

Уличная пыль и её использование для изучения загрязнения городской среды. Анализ снегового покрова, атмосферных выпадений и приземного слоя воздуха. Определение интенсивности поступления загрязняющих веществ на поверхность почвы. Время удвоения содержания загрязняющих веществ в почве. Выявление приоритетных загрязняющих веществ.

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

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

Примерный список вопросов для контрольных работ.

Контрольная работа 1. Основные понятия и термины, используемые при изучении загрязнения почв тяжелыми металлами.

1. Понятия «техногенез», «техногенная экосистема», «техногенное воздействие», «антропогенное воздействие», «загрязнение почвы», «химическое загрязнение почвы», «загрязняющее вещество», «приоритетное загрязняющее вещество», «источник загрязнения», «фоновое содержание», «предельно допустимая концентрация», «класс опасности вещества», «подвижность вещества в почве», «соединения химических элементов в почвах», «формы соединений химических элементов в почвах», «металлы», «тяжелые металлы», «микроэлементы», «металлоиды».

2. Представление об оптимальных, недостаточных и токсических уровнях содержания химических элементов и их соединений в почвах.

3. Принципы установления фонового содержания химических элементов в почвах и других природных объектах.

4. Токсичность тяжелых металлов в почвах.

4. Принципы нормирования тяжелых металлов в почвах. Недостатки концепции предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ применительно к изучению загрязнения почв.

5. Основные этапы исследования загрязнения почв тяжелыми металлами.

6. Выбор контролируемых показателей при изучении загрязнения почв тяжелыми металлами.

7. Особенности отбора почвенных проб в соответствии со спецификой исследуемой территории.

Контрольная работа 2. Особенности загрязнения почв тяжелыми металлами.

1. Аэротехногенное загрязнение окружающей среды. Особенности его воздействия на территорию вокруг источника загрязнения. Закономерности пространственного распределения загрязняющих веществ.

2. Особенности аэротехногенного загрязнения почв в зависимости от специфики источника загрязнения.

3. Принципы количественной и качественной оценки загрязнения почв в зоне влияния газопылевых выбросов промышленных предприятий.

4. Показатели, используемые при оценке загрязнения почв в зоне влияния газопылевых выбросов промышленных предприятий.

5. Загрязнение почв крупных промышленных городов и особенности его изучения.

5. Фоновое содержание химических элементов почвах и принципы его установления в районах, подверженных техногенному воздействию.

6. Загрязнение почв, связанное с транспортом.

7. Особенности загрязнения почв различными группами неорганических загрязняющих веществ.

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

1. Понятие «тяжелые металлы».

2. Положение тяжелых металлов в периодической системе элементов, химические свойства тяжелых металлов.

3. Разделение тяжелых металлов на подгруппы. Их особенности.

4. Токсичность тяжелых металлов в почвах.

5. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах. Принципы выделения фонового уровня содержания тяжелых металлов в почвах.

6. Принципы нормирования содержания тяжелых металлов в почвах.

7. ПДК тяжелых металлов в почвах.

8. ПДК подвижных форм тяжелых металлов в почвах.

9. ОДК тяжелых металлов в почвах.

10. Валовое содержание тяжелых металлов в почвах. Использование этого показателя для оценки загрязнения почв.

11. Современные методы определения валового содержания тяжелых металлов в почвах.

12. Кислоторастворимые формы тяжелых металлов в почвах. Метод извлечения из почв. Использование этого показателя для оценки загрязнения почв.

13. Подвижные формы тяжелых металлов в почвах. Метод извлечения из почв. Использование этого показателя для оценки загрязнения почв.

14. Формы соединений тяжелых металлов в почвах, определяемые методами последовательного фракционирования.

15. Обменные катионы тяжелых металлов в почвах. Методы выделения из почв.

16. специфически сорбированные катионы тяжелых металлов в почвах. Методы выделения из почв

17. Тяжелые металлы, связанные с органическим веществом. Методы выделения из почв.

18. Тяжелые металлы, связанные с (гидр)оксидами железа и марганца. Методы выделения из почв.

19. Основные этапы исследования загрязнения почв тяжелыми металлами.

20. Выбор контролируемых показателей при изучении загрязнения почв тяжелыми металлами.

21. Особенности отбора почвенных проб в соответствии со спецификой исследуемой территории.

22. Аэротехногенное загрязнение окружающей среды. Особенности его воздействия на территорию вокруг источника загрязнения. Закономерности пространственного распределения загрязняющих веществ.

23. Принципы количественной и качественной оценки загрязнения почв в зоне влияния газопылевых выбросов промышленных предприятий.

24. Загрязнение почв крупных промышленных городов и особенности его изучения.

25. Загрязнение почв тяжелыми металлами, связанное с транспортом.

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

1. Понятие «тяжелые металлы». Их свойства и классификация.

2. Токсичность тяжелых металлов в почвах. Принципы её определения. Группировка тяжелых металлов по их токсичности.

3. Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах. Принципы выделения фонового уровня содержания тяжелых металлов в почвах.

4. Принципы нормирования содержания тяжелых металлов в почвах.

5. Валовое содержание тяжелых металлов в почвах. Использование этого показателя для оценки загрязнения почв. Современные методы определения валового содержания тяжелых металлов в почвах.

6. Кислоторастворимые формы тяжелых металлов в почвах. Метод извлечения из почв. Использование этого показателя для оценки загрязнения почв.

7. Подвижные формы тяжелых металлов в почвах. Метод извлечения из почв. Использование этого показателя для оценки загрязнения почв.

8. Формы соединений тяжелых металлов в почвах, определяемые методами последовательного фракционирования.

9. Аэротехногенное загрязнение окружающей среды. Особенности его воздействия на территорию вокруг источника загрязнения. Закономерности пространственного распределения загрязняющих веществ. Особенности аэротехногенного загрязнения почв в зависимости от специфики источника загрязнения.

10. Принципы количественной и качественной оценки загрязнения почв в зоне влияния газопылевых выбросов промышленных предприятий. Показатели, используемые при оценке загрязнения почв в зоне влияния газопылевых выбросов промышленных предприятий.

11. Загрязнение почв крупных промышленных городов и особенности его изучения.

12. Загрязнение почв тяжелыми металлами, связанное с транспортом.

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.Д. В. Ладонин. Формы соединений тяжелых металлов в техногенно-загрязненных почвах. М., изд-во МГУ, 2019.
2. А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. Микроэлементы в почвах и растениях. М., Мир, 1989.
3. Ю. Н. Водяницкий, Д. В. Ладонин, А. Т. Савичев. Загрязнение почв тяжелыми металлами. М., 2006.
4. Теория и практика химического анализа почв. Под ред. Л. А. Воробьевой. М., ГЕОС, 2006.
5. Л. А. Воробьева, Д. В. Ладонин, О. В. Лопухина, Т. А. Рудакова, А. В. Кирюшин. Химический анализ почв. Вопросы и ответы. М., 2012.
6. ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. М., Стандартинформ, 2008 (Разделы 1, 2).
7. ГОСТ 7.4.1.02-83 "Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения". М., Стандартинформ, 1983 (Разделы 1, 2).
8. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». М., Стандартинформ, 2021 (Разделы 5, 8).

Б. Дополнительная литература.

1. М. А. Глазовская. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М., Высшая школа, 1998 (Разделы 1,2, 3).
2. Ю. Н. Водяницкий. Изучение тяжелых металлов в почвах. М., 2005 (Разделы 2,3,8).
3. Ю. Н. Водяницкий. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах. М., 2009 (разделы 2, 3, 8).

- **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.

13. Аннотация дисциплины.

Цель дисциплины - подробное изучение процессов, происходящих при загрязнении экосистем неорганическими загрязняющими веществами; ознакомление с методами химического анализа, обработки и интерпретации их результатов для всесторонней оценки влияния техногенного загрязнения на экосистемы.

Задачи дисциплины - изучение современных представлений о процессах и химических реакциях, происходящих в экосистемах с участием неорганических загрязняющих веществ; Изучение современных методов определения неорганических загрязняющих веществ в объектах окружающей среды, включая методы их выделения из анализируемых объектов и инструментальные методы измерения; Изучение принципов, методов и критериев оценки загрязнения экосистем неорганическими загрязняющими веществами.