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:

«МЕТОДЫ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ПОЧВОВЕДЕНИИ»

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 *Химия почв* программы *магистратуры* **06.04.02 Почвоведение**

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

1. **Место дисциплины в структуре ОПОП:** вариативная часть, профессиональный блок

2. **Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:**

иностранный язык
безопасность жизнедеятельности
информатика
высшая математика
физика
общая химия
физическая химия
коллоидная химия
экология
органическая химия
аналитическая химия
математическая статистика
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**
М-СПК-1	**М-СПК-1.1** Применяет физико-химические методы качественного и количественного анализа веществ в почвах **М-СПК-1.2** Использует в практической деятельности современные физико-химические инструментальные методы качественного и количественного анализа веществ в почвах	*Знает:* Основы теории хроматографического процесса. Классификация хроматографических методов. Возможности методов газовой и жидкостной хроматографии, строение и принципы работы различных хроматографических систем. Задачи и приемы качественного и количественного хроматографического анализа. Современное программное и аппаратурное обеспечения для проведения анализа методом газовой и жидкостной хроматографии. *Умеет:* Проводить химический анализ проб воздуха, воды, почвы и биопроб методом газовой и жидкостной хроматографии.

		Владеет: Методами подготовки проб воздуха, воды и почвы к химическому анализу. Техникой хроматографического анализа. Анализом результатов исследований природных образцов. Интерпретацией полученных результатов *Имеет опыт деятельности:* Изучения передового отечественного и зарубежного опыта хроматографического анализа. Проведения хроматографического анализа природных образцов.
М-СПК-2	**М-СПК-2.1** Выбирает методы химического анализа и способы представления результатов для оценки почв **М-СПК-2.2** Способен представить результаты оценки качества почв **М-СПК-2.3** Организует проведение работ по контролю за экологическим состоянием почв	*Знает:* Основы теории хроматографического процесса. Классификация хроматографических методов. Возможности методов газовой и жидкостной хроматографии, строение и принципы работы различных хроматографических систем. Задачи и приемы качественного и количественного хроматографического анализа. Современное программное и аппаратурное обеспечения для проведения анализа методом газовой и жидкостной хроматографии. *Умеет:* Проводить химический анализ проб воздуха, воды, почвы и биопроб методом газовой и жидкостной хроматографии. *Владеет:* Методами подготовки проб воздуха, воды и почвы к химическому анализу. Техникой хроматографического анализа. Анализом результатов исследований природных образцов. Интерпретацией полученных результатов

		Имеет опыт деятельности: Изучения передового отечественного и зарубежного опыта хроматографического анализа. Проведения хроматографического анализа природных образцов.

4. **Объем дисциплины** _____3_____з.е.**,** в том числе _____72_____академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, _____36_____академический час на самостоятельную работу обучающихся.

5. **Формат обучения** лекции с использованием средств дистанционного сопровождения учебного процесса, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающихся

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 (семинары)	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Анализ литературы	Подготовка докладов	**Всего**
Раздел 1. Принципы и основы теории хроматографии	20	3	5	нет	нет	8	12	нет	12
Форма текущей аттестации по разделу - устный опрос									
Раздел 2. Газовая хроматография	44	3	11	18	нет	32	6	6	12
Форма текущей аттестации по разделу - доклад с презентацией									
Раздел 3. Жидкостная хроматография	44	3	11	18	нет	32	6	6	12
Форма текущей аттестации по разделу - доклад с презентацией									
Практическая подготовка** *(при наличии)*									
Промежуточная аттестация - зачет	зачет						6		
Итого:	108	72					36		

***** Практическая подготовка (при наличии) осуществляется на базе …(указать – структурное подразделение МГУ или организацию (предприятие), практическая подготовка на базе которого осуществляется на основании Договора)***

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

Раздел 1. Принципы и основы теории хроматографии

Тема 1. Особенности хроматографии как аналитического метода

Лекции Определение хроматографии. История развития хроматографии. Возможности и области применения хроматографии. Применение хроматографии в экологическом анализе и почвоведении.

Семинары Классификация хроматографических методов: по агрегатному состоянию фаз, по геометрии неподвижной фазы, по принципу фракционирования, по способу элюирования и давлению в системе, по цели проведения.

Тема 2. Основы теории хроматографического процесса

Лекции Принцип хроматографическое разделения. Хроматографический пик: базовая линия, время удерживания, коэффициент асимметрии. Миграция и размывание хроматографической зоны, концепция теоретических тарелок, уравнение Ван-Деемтера. Параметры хроматографического разделения веществ: коэффициент удерживания, селективность, эффективность, фактор разрешения.

Семинары Задачи и приемы хроматографического анализа. Качественный анализ. Способы идентификации разделяемых компонентов. Универсальные и селективные детекторы. Реакционная хроматография. Возможности гибридных методов.

Тема 3. Задачи и приемы хроматографического анализа

Семинары Количественный анализ. Способы калибровки хроматографической системы. Контроль качества анализа. Этапы проведения хроматографического анализа, выбор методики.

Раздел 2. Газовая хроматография

Тема 1. Строение газохроматографической системы

Лекции Основные узлы газового хроматографа. Используемые газы, блоки и модули подачи газов. Система термостатирования. Способы ввода пробы. Типы колонок и фаз. Детекторы в газовой хроматографии. Регистрирующие устройства и программные модули. Влияние параметров газохроматографической системы на качество разделения.

Тема 2. Способы ввода пробы в газовой хроматографии

Семинары Типы и режимы работы испарителей. Холодный наколоночный ввод. Ввод пробы с криофокусированием. Внешние устройства ввода пробы: газовые петли; парафазные пробоотборники, термодесорберы. Реакционные трубки. Автоматизация ввода пробы.

Тема 3. Детекторы в газовой хроматографии

Семинары Основные характеристики и классификация детекторов. Пламенно-ионизационный детектор. Пламенно-фотометрический и термоионный детекторы. Детектор электронного захвата. Детектор по теплопроводности. Детектор по электропроводности, фотоионизационный детектор. Атомно-эмиссионный и ИК-спектрометрический детекторы. Масс-спектрометрический детектор.

Тема 4. Передовые методы на основе газовой хроматографии

Лекции Двумерная газовая хроматография. Методы быстрой и сверхбыстрой газовой хроматографии.

Лабораторные работы

Лабораторная 1. Современное программное обеспечения для проведения анализа методом газовой хроматографии.

Лабораторная 2. Влияние температурной программы термостата на качество газохроматографического разделения.

Лабораторная 3. Влияние режимы работы испарителя на качество определения методом ГХ соединений с различной температурой кипения.

Лабораторная 4. Сравнительная оценка возможности применения различных детекторов при анализе органических соединений различных классов.

Лабораторная 5. Влияние типа хроматографической колонки на качество газохроматографического разделения.
Лабораторная 6. Проведение калибровки газового хроматографа и выполнение рутинного анализа методом ГХ.

Раздел 3. Жидкостная хроматография

Тема 1. Строение высокоэффективного жидкостного хроматографа

Лекции Основные узлы жидкостного хроматографа. Система подачи элюента, типы насосов. Изократическое и градиентное элюирование. Блок ввода пробы. Проведение on-line пробоподготовки. Детекторы, применяемые в жидкостной хроматографии. Управляющие компьютерные программы.

Тема 2. Особенности различных типов жидкостных хроматографических систем

Лекции Механизмы разделения веществ, используемые в жидкостной хроматографии. Хроматография нормального давления, ВЭЖХ, УЭЖХ. Выбор хроматографической системы для проведения разделения различных групп веществ. Возможности применения хроматографии при исследовании свойств почв и почвенных процессов.

Семинары Распределительная хроматография в нормальных и обращенных фазах. Ионообменная хроматография. Гель-проникающая хроматография. Методы препаративной хроматографии. Зонный электрофорез. Тонкослойная хроматография. Твердофазная экстракция.

Тема 3. Подвижная и неподвижная фаза в жидкостной хроматографии

Семинары Растворители, используемые в жидкостной хроматографии. Элюотропные ряды. Типы буферов. Типы колонок. Сорбенты для жидкостной хроматографии, типы неподвижных фаз. Модифицирующие добавки.

Лабораторные работы

Лабораторная 1. Современное программное обеспечения для проведения анализа методом жидкостной хроматографии.
Лабораторная 2. Подготовка жидкостной хроматографической системы к проведению анализа.
Лабораторная 3. Влияние состава элюента на качество разделения методом жидкостной хроматографии.
Лабораторная 4. Подготовка сорбентов для проведения препаративного разделения методом адсорбционной хроматографии.
Лабораторная 5. Проведение пробоподготовки и группового разделения веществ методом твердофазной экстракции.
Лабораторная 6. Проведение калибровки жидкостного хроматографа и выполнение рутинного анализа методом ВЭЖХ.

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

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

Рекомендуемые темы рефератов:

1. Возможности применения гибридных методов в экологическом анализе.
2. Современные решения по вводу проб в газовой хроматографии.
3. Анализ летучих органических соединений методом газовой хроматографии.
4. Модификация фазы в жидкостной хроматографии.
5. Твердофазная экстракция как метод пробоподготовки.
6. Электрофорез и ТСХ.
7. Ионообменная хроматография. Современная инструментальная база.

Рекомендованные контрольные задания:

1. Оценка стабильности работы хроматографической системы.
2. Проведение калибровки хроматографа методом внешнего стандарта.
3. Проведение калибровки хроматографа методом внутреннего стандарта.

4. Оценка качества идентификации вещества методом добавок.
5. Качественный анализ пробы методом хромато-масс-спектрометрии.
6. Количественное определение летучих и полулетучих органических соединений методом газовой хроматографии.
7. Количественное определение органических загрязняющих веществ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в обращенных фазах.
8. Анализ анионного состава водных проб методом высокоэффективной ионной хроматографии.

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

Примерные вопросы для зачета

1. Определение хроматографического процесса.
2. Хроматограмма и хроматографический пик. Основные параметры.
3. Концепция теоретических тарелок, уравнение Ван-Деемтера.
4. Показатели, определяющие качество хроматографического разделения.
5. Классификация хроматографических методов.
6. Способы идентификации веществ, разделяемых хроматографическими методами.
7. Реакционная хроматография.
8. Способы калибровки хроматографической системы.
9. Применение хроматографии в экологическом анализе и почвоведении.
10. Основные узлы газового хроматографа.
11. Газы, используемые в хроматографии, система подачи газов.
12. Влияние температуры на разделение веществ методом газовой хроматографии.
13. Газохроматографические колонки.
14. Способы ввода пробы в газовой хроматографии.
15. Внешние устройства ввода пробы в газовый хроматограф.
16. Основные характеристики и классификация детекторов.
17. Пламенно-ионизационный детектор и его модификации.
18. Детектор электронного захвата.
19. Детектор по теплопроводности.
20. Масс-спектрометрический детектор. Режимы детектирования.
21. Основные узлы жидкостного хроматографа.
22. Система подачи элюента.
23. Изократическое и градиентное элюирование. Элюотропные ряды.
24. Ввод пробы в жидкостной хроматограф. Принцип действия шестиходового крана.
25. Детекторы, применяемые в жидкостной хроматографии.
26. Типы колонок и фаз, применяемых в жидкостной хроматографии.
27. Нормально-фазная и обращено-фазная хроматография.
28. Особенности строения ионного хроматографа.
29. Применение гель-фильтрации в почвоведении и экологии.
30. Виды планарной хроматографии.
31. Твердофазная экстракция.

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 устные опросы	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения практические контрольные 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) практические контрольные задания, написание и защита рефератов на заданную тему	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:

Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. М. 2007.
Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. М.: Мир. 1989.
Другов Ю.С., Родин А.А. Газохроматографическая идентификация загрязнений воздуха, воды и почвы. СПб.: Теза. 1999.
Сапрыкин Л.В. Высокоэффективная жидкостная хроматография. Харьков: Оригинал. 2007

Дополнительная литература:

Хроматографический анализ окружающей среды. Под ред. Гроб Р.Л. М.: Химия. 1979.
Другов Ю.С., Родин А.А. Мониторинг органических загрязнений природной среды. М.: Бином. 2009.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)

http://www.chromatogramma.ru
http://www.epa.gov
http://www.chem.agilent.com

- Описание материально-технической базы

Помещения:
- учебная аудитория для проведения лекционных занятий и семинарских занятий, оборудованная оргтехникой;
- лабораторные помещения, оборудованные для проведения процедур пробоподготовки и химического анализа проб (оборудованные постоянным источником электрического питания, воды, системой вентиляции, вытяжными шкафами; отвечающие условиям противопожарной безопасности и техническим требованиям, предъявляемым к аналитическим лабораториям).

Оборудование:
- необходимая оргтехника (ЭВМ, проектор и др.);
- оборудование для проведения химического анализа загрязняющих веществ в пробах воздуха, воды и почвы (оборудование для хранения, сушки, гомогенизации и фильтрации проб; оборудование для экстракции и концентрирования проб; масс-спектрометры; газохроматографические системы; системы для высокоэффективной жидкостной хроматографии; весы различных классов точности; вспомогательное лабораторное оборудование; лабораторная посуда и расходные материалы; компьютерное оборудование со специализированными программными модулями).

Иные материалы:
- демонстрационные материалы.

10. **Язык преподавания:** русский

11. **Преподаватель (преподаватели):**

Завгородняя Юлия Анатольевна
доцент
к.б.н. (25.02.2000, МГУ им. М.В.Ломоносова)
доцент (11.11.2022, Минобрнауки РФ)

12. **Разработчики программы:**

Завгородняя Юлия Анатольевна
доцент
к.б.н. (25.02.2000, МГУ им. М.В.Ломоносова)
доцент (11.11.2022, Минобрнауки РФ)

13. **Краткая аннотация дисциплины:**

Дисциплина дает представления о теоретических и практических основах хроматографического анализа; знакомит с современной научной информацией о возможностях и особенностях инструментальных методов газовой и жидкостной хроматографии; позволяет освоить исследовательские методологии в области качественной идентификации и количественного определения различных классов

соединений в объектах окружающей среды с использованием новейшего аналитического оборудования для газовой и жидкостной хроматографии.