

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова
Географический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Декан географического факультета,
академик РАН Добролюбов С.А.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аналитические методы контроля окружающей среды

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.06 "Экология и природопользование"

Направленность (профиль) ОПОП:
«Геохимия окружающей среды»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол №18 от 22.11.2022)

Москва 2022

Рабочая программа дисциплины (модуля) разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Экология и природопользование» (программы бакалавриата, магистратуры, реализуемым последовательно по схеме интегрированной подготовки).

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

Год приема на обучение: 2021

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.
2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях по дисциплинам «География почв с основами почвоведения», «Химия», «Качественный и количественный анализ», «Химия почв».
3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с требуемыми компетенциями выпускников

Компетенции выпускников (коды)	Индикаторы (показатели) достижения компетенций	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), сопряженные с компетенциями
СПК-1.Б (<i>формируется частично</i>): владеет базовыми знаниями в области геохимии окружающей среды, методами полевых и лабораторных исследований, умеет проводить на практике ландшафтно-геохимические, почвенные и инженерно-экологические исследования.	Понимание основных принципов аналитических исследований, навыки проведения инструментального анализа объектов окружающей среды и интерпретации получаемых данных.	<p>Знать: современные инструментальные методы анализа объектов окружающей среды (воздуха, почв, вод), принципы методов и области их применения.</p> <p>Уметь: правильно выбирать метод анализа с учетом его преимуществ и недостатков.</p> <p>Владеть: способами пробоподготовки образцов и методами интерпретации результатов анализа.</p>

4. Объем дисциплины (модуля) 3 з.е., (108 час) в том числе 72 академических часа на контактную работу обучающихся (36 часов – лекции, 36 часов – лабораторные занятия) с преподавателем, 36 академических часов на самостоятельную работу обучающихся.
5. Формат обучения не предполагает электронного обучения и использования дистанционных образовательных технологий (за исключением форс-мажорных обстоятельств – пандемии и т.п.).

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий:

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля), Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем) <i>Виды контактной работы, часы*</i>				Самостоятельная работа обучающегося <i>Виды самостоятельной работы, часы</i>			
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Выполнение практических работ	Работа с литературой	Всего
1. Введение	6	2	2			4		2	2
2. Пробоотбор и пробоподготовка объектов окружающей среды	10	4	4			8		2	2
3. Методы разделения и концентрирования	14	4	4			8	4	2	6
4. Спектроскопические методы анализа	28	10	10			20	6	2	8
5. Электрохимические методы анализа	28	10	10			20	6	2	8
6. Хроматографические методы анализа	16	6	6			12	2	2	4
Промежуточная аттестация – устный экзамен	6	<i>Устный экзамен</i>						6	
Итого	108	72						36	

Содержание лекций, лабораторных занятий

Содержание лекций

Тема 1. Введение

Основные понятия химической метрологии: погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность. Методы оценки правильности. Метрологические критерии выбора метода и методики анализа. Аттестация и стандартизация методик. Межлабораторные испытания. Аккредитация химических лабораторий.

Тема 2. Пробоотбор и пробоподготовка объектов окружающей среды

Понятие представительная проба, способы ее получения. Транспортировка и хранение проб, способы их консервирования.

Пробоотбор и хранение проб вод, аналитические проблемы. Способы и методы отбора проб воздуха. Особенности почв и донных отложений как объектов анализа.

Анализ растительности. Основные аналитические проблемы. Особенности отбора, хранения и транспортировки фитомассы.

Пробоподготовка. Разложение проб. Связь этапа пробоподготовки с последующим методом определения.

Тема 3. Методы разделения и концентрирования

Классификация методов концентрирования и разделения. Экстракционные методы. Основные понятия и термины. Условия экстракции веществ. Количественные характеристики экстракции. Классификация экстракционных систем. Способы осуществления экстракции. Сорбционные методы концентрирования. Твердофазная экстракция. Дистилляционные методы концентрирования: методы испарения; отгонка после химических превращений. Особенности концентрирования осаждением и соосаждением. Достоинства и недостатки.

Тема 4. Спектроскопические методы анализа

Понятие о спектре. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Классификация спектроскопических методов.

Характеристики оптических спектральных приборов. Схема оптического спектрометра. Источники возбуждения в атомно-эмиссионной спектроскопии и света в атомно-абсорбционной и атомно-флуоресцентной спектроскопии.

Методы атомной спектроскопии (атомно-эмиссионная, атомно-абсорбционная). Атомно-эмиссионная спектроскопия. Способы атомизации. Понятие эмиссионного спектрального анализа. Принципиальная схема оборудования для атомно-эмиссионной спектроскопии. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Пламенная и электротермическая атомизация.

Молекулярная спектроскопия (спектрофотометрия) в УФ и видимой области спектра. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Причины отклонения от основного закона поглощения. Регистрация спектров поглощения.

Люминесцентный метод. Теория молекулярной люминесценции. Флуоресценция и фосфоресценция. Интенсивность люминесценции, зависимость от концентрации люминофора. Тушение люминесценции. Люминесцентный анализ органических и неорганических веществ.

Рентгеновская спектроскопия. Понятие рентгеновского спектра. Классификация методов рентгеновской спектроскопии. Эмиссия, абсорбция, флуоресценция. Способы генерации рентгеновского излучения. Понятие рентгеноспектрального анализа (РСА). Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА). Подготовка пробы к анализу. Количественный анализ. Метод градуировочного графика в РФА и метод внешнего стандарта в РСМА. Лазерная гранулометрия.

Тема 5. Электрохимические методы анализа

Основные электрические параметры, взаимосвязь между ними и аналитическим сигналом. Электрохимические методы и их особенности. Классификация методов. Прямые и косвенные методы. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Электропроводность, ее связь с концентрацией электролита. Потенциометрические методы, классификация методов. Прямая потенциометрия - рН-метрия и ионометрия. Потенциометрическое титрование.

Тема 6. Хроматографические методы анализа

Хроматографические методы анализа. Теоретические основы хроматографии. Основные характеристики хроматографического процесса. Классификация хроматографических методов.

Газовая хроматография. Теоретические основы метода. Хроматографические колонки, термостаты, детекторы. Классификация детекторов и их важнейшие характеристики.

Жидкостная хроматография. Принцип метода. Определяемые вещества. Аналитические характеристики современной высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Колонки. Детекторы и их выбор. Ионная хроматография. Основные представления о механизме ионного обмена. Использование ионной хроматографии для анализа различных объектов

Хромато-масс-спектрометрия. Принципы метода масс-спектрального анализа.

Лабораторные занятия

1. Пробоотбор и пробоподготовка объектов окружающей среды. Отбор средней пробы и измельчение проб для анализа. Методы фильтрации.
2. Спектрофотометрический метод определения подвижных форм азота и фосфора.
3. Определение содержания подвижных форм тяжелых металлов методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
4. Определение элементного состава почв методом рентгенофлуоресцентного анализа.
5. Лазерная гранулометрия почв и донных осадков.
6. Потенциометрическое кислотно-основное титрование окрашенных почвенных вытяжек.
7. Кондуктометрическое определение засоления почв.
8. Ионометрическое измерение активности и концентрации ионов.
9. Определение макрокомпонентного состава природных вод и водных вытяжек методом ионной хроматографии.

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

Текущая аттестация. Устный опрос

Примерный перечень вопросов для устного опроса:

1. Оценка метрологических характеристик результатов химического анализа
2. Оценка вклада отдельных этапов методики анализа в общую погрешность результата
3. Причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера: химические, физические, инструментальные.
4. Значение инструментальных методов анализа в современном контроле производства и в научных исследованиях.
5. Сочетание химических и инструментальных методов анализа при определении малых концентраций элементов.
6. Общая классификация спектроскопических методов.
7. Атомно-абсорбционный метод. Способы атомизации образцов.
8. Количественный анализ и помехи в атомно-абсорбционной спектроскопии.
9. Оборудование и метрологические характеристики рентгенофлуоресцентного анализа.
10. Подготовка пробы к анализу. Особенности приготовления образцов сравнения.
11. Основные типы электродов: индикаторные и электроды сравнения.
12. Измерение электропроводности растворов, кривые кондуктометрического титрования.
13. Варианты газовой хроматографии: газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография.
14. Ионная хроматография. Основные представления о механизме ионного обмена.
15. Жидкостная хроматография. Принцип метода. Определяемые вещества.

Промежуточная аттестация – устный экзамен

Примерный перечень вопросов для экзамена

1. Пробоподготовка. Разложение проб. Концентрирование и разделение как стадии пробоподготовки. Связь этапа пробоподготовки с последующим методом определения.
2. Сорбционные методы концентрирования. Основные типы сорбентов. Сорбционное концентрирование микроэлементов.
3. Оценка достоверности аналитических данных.
4. Воспроизводимость и правильность: факторы их определяющие.
5. Классификация ошибок.
6. Атомно-эмиссионная спектроскопия. Способы атомизации. Эмиссионная спектроскопия пламени. Понятие эмиссионного спектрального анализа.
7. Атомно-абсорбционная спектроскопия. Пламенная и электротермическая атомизация.
8. Молекулярная спектроскопия
9. Хроматография: виды хроматографических анализов, принцип метода, виды колонок, методы детектирования

10. Газовая хроматография. Теоретические основы метода. Варианты метода: газо-адсорбционная и газо-жидкостная хроматография.
11. Ионная хроматография. Основные представления о механизме ионного обмена. Варианты ионной хроматографии. Использование ионной хроматографии для анализа различных объектов
12. Рентгеновские методы анализа.
13. Рентгенофлуоресцентный анализ. Особенности приготовления образцов сравнения. Количественный анализ.
14. Гранулометрический анализ: метод пипетки и метод лазерной дифракции; принципы методов, достоинства и недостатки.
15. Ионметрия и потенциометрия: индикаторный электрод, электрод сравнения, метод калибровки электродов, концентрация и активность.
16. Кондуктометрические методы анализа
17. Потенциометрические методы, классификация методов. Потенциометрическое титрование.
18. Концентрации и особенности приготовления реактивов для различных видов инструментальных методов анализа.

Шкала и критерии оценивания

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: устные опросы, контрольные работы, тесты)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания, реферат)	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) (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы,

Основная литература:

1. Кречетов П.П., Дианова Т.М. Химия почв. Аналитические методы исследования. Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ. 2009
2. Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2009. Т.1. - 623с., Т.2 - 504 с.
3. Основы аналитической химии. В двух книгах. / Под ред. Ю.А.Золотова. 3-е изд. М.: Высшая школа, 2004.
4. Юинг Д. Инструментальные методы химического анализа. М.: Мир, 1989.
5. Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия. С.-Пб.: Анатолия, 2002.

Дополнительная литература:

1. Рудаков О.Б., Восторгов И.А., Федоров С.В., Филиппов А.А., Селеменов В.Ф., Приданцев А.А. Спутник хроматографиста. Методы жидкостной хроматографии. Воронеж: Водолей, 2004.
2. Шаповалова Е.Н. Пирогов А.В. Хроматографические методы анализа. Методические разработки для специального курса. М.: Химический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2010. 211 с.
3. Прикладной химический анализ. Практическое руководство (под ред. проф. Т.Н. Шеховцовой, проф. О.А. Шпигуна и вед.научн. сотр. М.В. Попика). Издательство Московского университета, 2010. 456 с.

- Перечень лицензионного программного обеспечения
Windows 10
Microsoft Office
- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем
- реферативная база данных издательства Elsevier: www.sciencedirect.com
- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
- поисковая система научной информации www.scopus.com
- электронная база научных публикаций www.webofscience.com

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Лабораторные помещения эколого-геохимического научно-образовательного центра географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, которые оснащены современным аналитическим оборудованием: рентгено-флуоресцентный анализатор, атомно-абсорбционный спектрометр, элементный анализатор, спектрофотометры, жидкостной хроматограф, кондуктометр, рН-метр-иономер.

9. Язык преподавания: русский

10. Преподаватель (преподаватели): Ответственный за курс — Кречетов Павел Петрович, доцент, преподаватели: Кречетов Павел Петрович, доцент, Терская Елена Вячеславовна, научный сотрудник

11. Разработчик программы: Кречетов Павел Петрович, доцент