

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)

Наименование дисциплины (модуля)
Химико-аналитические методы в геоэкологии

Уровень высшего образования:
бакалавриат

Направление подготовки:
05.03.06 «Геоэкология»
Направленность (профиль) ОПОП:
«Геоэкология и физическая география мира»

Форма обучения:
очная

Рабочая программа рассмотрена и одобрена
Учебно-методической комиссией географического факультета
(протокол №21, дата 30.09.2023)

Москва 2023

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».

ОС МГУ утверждены решением Ученого совета МГУ имени М.В. Ломоносова (приказ по МГУ № 1383 от 30 декабря 2020 года).

Год (годы) приема на обучение: 2021

© Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова
Программа не может быть использована без разрешения факультета.

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП — относится к вариативной части ОПОП, является обязательной для освоения.

Дисциплина «Химико-аналитические методы в геоэкологии» входит в модуль «Методы геоэкологических исследований». Курс читается студентам, обучающимся по профилю «Геоэкология и физическая география мира».

Дисциплина объединяет теоретическое и практическое направления. Она обобщает и систематизирует знания, полученные студентами в течение предшествующего периода обучения. Курс обеспечивает теоретическую подготовку и практические навыки в выполнении и интерпретации результатов химического анализа компонентов окружающей среды. Практические навыки, полученные при выполнении практических работ, будут полезны студентам при прохождении практики и выполнении научно-исследовательской работы.

2. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия: базируется на знаниях полученных при изучении предшествующих дисциплин: «Химия», «Биология», «Физика», «Геоморфология», «Климатология с основами метеорологии», «Гидрология», «Почвоведение», «Ландшафтоведение», и обеспечивает теоретическую подготовку и практические навыки в области интерпретации данных анализа состава и химических свойств компонентов окружающей среды.

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 -4.Б (<i>формируется частично</i>) владеет методами сбора и анализа полевых и камеральных эколого-географических данных, геоинформационного анализа и моделирования, обработки данных дистанционного зондирования, геоэкологического картографирования на разных территориальных уровнях.	Понимает основные принципы планирования аналитических исследований; владеет навыками проведения инструментального анализа компонентов окружающей среды и интерпретации данных химических анализов.	Знать: методы отбора проб, их подготовки для анализа и современные методы анализа проб воздуха, почв, вод, принципы методов и области их применения. Уметь: правильно выбирать метод анализа и оценивать преимущества и недостатки методов анализа неорганических и органических соединений. Владеть: способами пробоподготовки образцов и методами интерпретации результатов анализа.

4. Объем дисциплины (модуля) 2 з.е., в том числе 36 академических часа на контактную работу обучающихся с преподавателем, 36 академических часа 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 (2 часа - 7 семестр)

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 семинарского типа	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Всего	Выполнение практических работ	Работа с литературой	Всего	
Тема 1. Введение	8	4				4		4	4	
Тема 2. Пробоотбор и пробоподготовка объектов окружающей среды	15	4	4			8	4	3	7	
Тема 3. Химические методы анализа	19	8	4			12	4	3	7	
Тема 4. Инструментальные методы анализа	13	4	2			6	4	3	7	
Тема 5. Полевые методы химико-аналитических исследований	13	4	2			6	4	3	7	
Промежуточная аттестация экзамен	4	<i>Устный зачет</i>						4		
Итого	72	36						36		

Содержание лекций, семинаров

Содержание лекций

Тема 1. Введение

Основные понятия химической метрологии: погрешность, воспроизводимость, правильность, чувствительность, селективность. Статистические методы оценки воспроизводимости. Методы оценки правильности. Метрологические критерии выбора метода и методики анализа. Аттестация и стандартизация методик. Аккредитация химических лабораторий. Понятие о системах обеспечения и контроля качества результатов химического анализа.

Тема 2. Пробоотбор и пробоподготовка объектов окружающей среды

Химико-аналитический контроль объектов окружающей среды. Основные объекты анализа. Аналитический цикл и его основные этапы.

Пробоотбор. Представительная проба, способы ее получения. Транспортировка и хранение проб, способы их консервирования.

Пробоподготовка. Разложение проб. Связь этапа пробоподготовки с последующим методом определения. Особенности отбора, хранения и транспортировки проб вод, воздуха, почв и донных отложений, растительности.

Тема 3. Химические методы анализа

Гравиметрический анализ. Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Погрешности в гравиметрическом анализе. Изменение состава осадка при высушивании и прокаливании.

Титриметрические методы анализа

Методы титриметрического анализа. Классификация. Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные и вторичные стандарты, требования к ним. Фиксаналы.

Кислотно-основное титрование. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования.

Окислительно-восстановительное титрование. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Перманганатометрия и бихроматометрия. Практическое применение для анализа неорганических и органических веществ.

Осадительное титрование. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования.

Комплексометрическое титрование. Металлохромные индикаторы и требования, предъявляемые к ним. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования.

Тема 4. Инструментальные методы анализа

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

Методы атомной спектроскопии (атомно-эмиссионная, атомно-абсорбционная). Атомно-эмиссионная спектроскопия (АЭС). Понятие эмиссионного спектрального анализа. Оборудование для АЭС. Атомно-абсорбционная спектроскопия (ААС). Пламенная и электротермическая атомизация. Оборудование для ААС. Количественный анализ в ААС. Помехи в ААС.

Аналитическая абсорбционная молекулярная спектроскопия (спектрофотометрия) в УФ и видимой области спектра.

Рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), Оборудование и метрологические характеристики методов. Подготовка пробы к анализу.

Электрохимические методы анализа: кондуктометрия, потенциометрические методы.

Хроматографические методы анализа. Классификация хроматографических методов. Основные характеристики хроматографического процесса. Газовая и жидкостная хроматография. Ионная хроматография. Основные представления о механизме ионного обмена. Использование ионной хроматографии для анализа различных объектов.

Определение гранулометрического состава методами пипетки и лазерной дифракции.

Тема 5. Полевые методы химико-аналитических исследований

Условия проведения полевых химико-аналитических исследований. Виды полевых лабораторий. Полевые инструментальные методы анализа: ионометрия, кондуктометрия, фотометрия. Использование тест-систем для определения вещественного состава природных объектов. Полевое определение минерализации природных вод кондуктометрическим методом. Определения показателя актуальной кислотности природных вод, почв и донных отложений.

Практические работы

Содержание семинаров

Семинар 1. Способы приготовления растворов реактивов из сухих реактивов, растворов кислот различной плотности, из фиксаналов.

Семинар 2. Пробоотбор и пробоподготовка объектов окружающей среды (измельчение проб почвы, отбор средней пробы, определение влажности растений и гигроскопической влаги почвы).

Семинар 3. Определение хлора, кальция, магния, щелочности водной вытяжки методом кислотно-основного титрования.

Семинар 4. Определение органического углерода методом бихроматного окисления.

Семинар 5. Определение нитратов и фосфатов спектрофотометрическим методом.

Семинар 6. Определение подвижных форм тяжелых металлов методом атомной абсорбции.

Семинар 7. Полевые методы определения содержания легкорастворимых солей.

Семинар 8. Полевые методы определения показателя актуальной кислотности методом ионометрии.

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

Текущая аттестация. Устный опрос

Примерный перечень вопросов для устного опроса:

1. Рассчитать молярную концентрацию 20% раствора гидроксида натрия.
2. Рассчитать какое количество концентрированной уксусной кислоты нужно взять, чтобы приготовить 1 дм³ 0,015 М раствора.
3. Рассчитать молярную концентрацию серной кислоты, если на нейтрализацию аликвоты 25 мл этого раствора израсходовано 17 мл 0,0125 М раствора NaOH.
4. В влажной пробе почвы (18%) были обнаружены нитраты в концентрации 42 мг/100 г почвы. Сколько нитратов будет содержаться в абсолютно сухой почве.
5. Перечислите и охарактеризуйте метрологические характеристики результатов химического анализа
6. Рассмотрите критерии выбора метода и методики анализа.
7. Дайте определение понятию представительная проба и назовите способы ее получения в различных типах природных объектов
8. Определите требования к хранению проб и назовите основные способы их консервирования.
9. Охарактеризуйте основные способы разложения проб.
10. Назовите правила хранения и транспортировки проб растений.
11. Дайте характеристику основным проблемам при анализе проб воздуха.
12. Опишите сущность гравиметрического анализа.
13. Приведите примеры использования кислотно-основного титрования.
14. Дайте характеристику основным этапам осадительного титрования. Какие ионы определяются данным методом.
15. Опишите определение углерода в почвах методом окислительно-восстановительного титрования
16. Опишите особенности применения комплексометрического титрования для определения жесткости воды.
17. Дайте характеристику условий практического применения бихроматометрии и перманганатометрии для анализа неорганических и органических веществ.
18. Приведите общую классификацию спектроскопических методов.
19. Дайте характеристику применения атомно-абсорбционного метода для определения тяжелых металлов.
20. Назовите основные ограничения потенциометрических методов анализа.
21. Опишите преимущества хроматографических методов анализа.
22. Опишите как определить содержание легкорастворимых солей в водах и почвах кондуктометрическим методом
23. Опишите качественные реакции, позволяющие определить состав легкорастворимых солей.
24. Дайте краткую характеристику основным полевым химико-аналитическим методам.
25. Перечислите основные показатели, которые могут быть определены в полевых условиях.

Итоговая аттестация зачет

Примерный перечень вопросов для зачета

1. Пробоподготовка. Разложение проб. Связь этапа пробоподготовки с последующим методом определения.
2. Пробоотбор и хранение водных проб
3. Пробоотбор и хранение проб почв
4. Пробоотбор и хранение проб растений
5. Пробоотбор проб растений
6. Пробоотбор проб воздуха
7. Гравиметрический анализ: преимущества и недостатки метода.
8. Кислотно-основное титрование, принцип метода.
9. Окислительно-восстановительное титрование, принцип метода.
10. Осадительное титрование, принцип метода.
11. Комплексометрическое титрование, принцип метода.
12. Оценка достоверности аналитических данных.
13. Воспроизводимость и правильность: факторы их определяющие.
14. Классификация ошибок.
15. Атомно-эмиссионная спектроскопия и атомно-абсорбционная спектроскопия.
16. Молекулярная спектроскопия.
17. Хроматография: виды хроматографических анализов, принцип метода.
18. Рентгенофлуоресцентный анализ.
19. Потенциометрические методы анализа.
20. Кондуктометрические методы анализа
21. Гранулометрический анализ: метод пипетки и метод лазерной дифракции; принципы методов, достоинства и недостатки.
22. Полевые методы химического анализа
23. Концентрации и особенности приготовления реактивов.
24. Виды полевых лабораторий.
25. Полевые инструментальные методы анализа: ионометрия, кондуктометрия, фотометрия.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины – *зачет* (в устной форме)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Незачет	Зачет
Знания (<i>виды оценочных средств: устный опрос, реферат</i>)	Фрагментарные знания или отсутствие знаний	Сформированные систематические знания или общие, но не структурированные знания

Умения (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	В целом успешное, но не систематическое умение или отсутствие умений	Успешное и систематическое умение или в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности не принципиального характера)
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: устный опрос, реферат)	Наличие отдельных навыков или отсутствие навыков	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач или, в целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме

8. Ресурсное обеспечение:

Перечень основной и дополнительной учебной литературы,

Основная литература:

- Кречетов П.П., Дианова Т.М. Химия почв. Аналитические методы исследования. Учебное пособие. М.: Географический факультет МГУ. 2009
- Кречетов П.П., Дианова Т.М. Химия почв. Техника лабораторных работ. (учебное пособие) место издания Географический факультет МГУ Москва, ISBN 978-5-89575-167-1, 2010 116 с.
 - Воробьева Л.А. Теория и практика химического анализа почв. М.: ГЕОС. 2006.400с.
 - Основы аналитической химии. В двух книгах. / Под ред. Ю.А.Золотова. 3-е изд. М.: Высшая школа, 2004.

Дополнительная литература:

- Юинг Д. Инструментальные методы химического анализа. М.: Мир, 1989.
- Другов Ю.С. Экологическая аналитическая химия. С.-Пб.: Анатолия, 2002.
- Рудаков О.Б., Восторгов И.А., Федоров С.В., Филиппов А.А., Селеменев В.Ф., Приданцев А.А. Спутник хроматографиста. Методы жидкостной хроматографии. Воронеж: Водолей, 2004.
- 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.

- Перечень лицензионного программного обеспечения

Windows 10

Microsoft Office

- Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- реферативная база данных издательства Elsevier: [www HYPERLINK "http://www.sciencedirect.com/". HYPERLINK](http://www.sciencedirect.com/)

["http://www.sciencedirect.com/"sciencedirect HYPERLINK "http://www.sciencedirect.com/". HYPERLINK "http://www.sciencedirect.com/"com](http://www.sciencedirect.com/sciencedirect)

- Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (при необходимости)
 - поисковая система научной информации [w HYPERLINK "http://www.scopus.com/"w HYPERLINK "http://www.scopus.com/"w.s HYPERLINK "http://www.scopus.com/"c HYPERLINK "http://www.scopus.com/"opus.com](http://www.scopus.com/)
 - электронная база научных публикаций [w HYPERLINK "http://www.webofscience.com/"w HYPERLINK "http://www.webofscience.com/"w.webofsci HYPERLINK "http://www.webofscience.com/"e HYPERLINK "http://www.webofscience.com/"nce.com](http://www.webofscience.com/)

Описание материально-технической базы

Учебная аудитория с мультимедийным проектором

Лабораторные помещения эколого-геохимического научно-образовательного центра географического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова, которые оснащены современным аналитическим оборудованием: спектрофотометры, кондуктометр, рН-метр-иономер, муфельная печь, электрошкаф сушильный/стерилизатор, весы аналитические, титратор-дозатор цифровой, химическая посуда и реактивы.

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. Разработчики программы: Кречетов Павел Петрович, доцент