МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

ФАКУЛЬТЕТ ПОЧВОВЕДЕНИЯ

УТВЕРЖДАЮ
и.о. декана П. В. Красильников
/_____/

« » 202 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины:

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВОД СПЕКТРАЛЬНЫМИ МЕТОДАМИ

Уровень высшего образования:

Магистратура

Направление подготовки (специальность):

05.04.06. Экология и природопользование

Направленность (профиль) ОПОП:

Экологический менеджмент и экобезопасность

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 ***05.04.06 Экология и природопользование*** программы ***магистратуры***.

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

1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО: вариативная часть, блок профессиональной подготовки, по выбору

2. Входные требования для освоения дисциплины, предварительные условия:
БАЗОВАЯ ЧАСТЬ. Блок математической и естественно-научной подготовки
Математика
Биология
Химия
Блок «Общепрофессиональный»
Почвоведение
Гидрология
Геохимия ландшафта
Геоэкология
ВАРИАТИВНАЯ ЧАСТЬ. Естественно-научный блок.
Математическая статистика
Общая химия
Аналитическая химия
Основы почвоведения
Органическая химия
Общая экология

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-4	М-СПК-4.1, М-СПК-4.2	*Знает:* Основы спектрофотометрии. Применение спектрофотометрии для анализа состава и оценки качества вод. Основные характеристики, законы и параметры люминесценции. Применение люминесцентных методов в анализе вод *Умеет:* производить оценку и определять изменения состояния окружающей среды на основе полученных данных. Оценивать соответствие качества воды нормативам для водных объектов разного назначения. Проводить учет показателей, характеризующих состояние окружающей среды в соответствии с требованиями нормативных правовых в области охраны окружающей среды. *Владеет:* спектральными методами анализа веществ в отсутствие и присутствии мешающих компонентов. Способами подготовки химических растворов и реактивов для спектральных методов анализа. Экспресс-методами и способами фиксации проб воды для гидрохимического анализа. *Имеет опыт деятельности:* Пробоподготовки и

		проведения анализа химического состава воды и почвы. Применения современных стандартных методик гидрохимического анализа. Работы с лабораторным гидрохимическим оборудованием, настройки и калибровки электронных приборов.

4. Объем дисциплины составляет 2 з.е. в академических часах, в том числе 36 академических часов на контактную работу обучающихся с преподавателем, 45 академических часов - на самостоятельную работу обучающихся .

5. Формат обучения: семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающихся.

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

1	Всего (часы)	В том числе							
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем)					**Самостоятельная работа обучающегося**		
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия семинарского типа (лабораторные)	Занятия семинарского типа (практические)	**Всего**	Анализ литературы, предоставленных преподавателем материалов, решение кейса	Подготовка докладов и/или презентаций, отчетов по заданиям	**Всего**
Раздел 1. Введение	4		2			2	2		2
Форма текущей аттестации по разделу 1	***Тестирование, обсуждение***								
Раздел 2. Электронная спектроскопия. Спектрофотометрия	18		8	2		10	4	4	8
Форма текущей аттестации по разделу 2	***Контрольная работа, реферат, отчет по практическому кейсу***								
Раздел 3. Применение спектрофотометрии для анализа состава и оценки качества вод	25		8	2		10	6	5	11
Форма текущей аттестации по разделу 3	***Коллоквиум, контрольная, доклады с презентациями, отчеты***								

Раздел 4. Молекулярная фотолюминесценция	21		9	2		11	5	5	10
Форма текущей аттестации по разделу 4	***Коллоквиум, контрольная, отчеты***								
Раздел 5. Применение люминесцентных методов в анализе вод	13			3		3	7	3	10
Форма текущей аттестации по разделу 5	***Коллоквиум, отчеты***								
Промежуточная аттестация	***экзамен***						4		
Итого:	81	36					45		

Подробное содержание разделов и тем дисциплины:

РАЗДЕЛ 1. ВВЕДЕНИЕ.

Объекты, цели, типы водопользования. Особенности состава вод. Качество вод разного назначения и требования к нему. Показатели и нормативы качества вод. Обзор аналитических методов, применяемых для оценки состава вод разного происхождения. Место спектральных методов в анализе количественного и качественного состава вод. Возможности, преимущества, особые требования. Основы молекулярной спектроскопии. Методы молекулярной спектроскопии.

РАЗДЕЛ 2. ЭЛЕКТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ. СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ.

Тема 1. Основные понятия.

Электронные спектры поглощения. Природа, получение, основные характеристики. Базовые понятия электронной спектроскопии (полоса поглощения, тонкая колебательная структура, изобестическая точка, хромофоры и ауксохромы; батохромный и гиперхромный и гипсохромный эффект и др.). Устройство спектрофотометра. Монохроматоры. Спектрофотометрия в УФ- и видимой части спектра. Характеристика ультрафиолетового и видимого электромагнитного излучения. Природа окраски органических и неорганических веществ в растворах. Электронные переходы в молекулах органических веществ. Природа окраски комплексных соединений. Факторы, влияющие на окраску соединений в растворах. Выбор оптимальных условий определения. Влияние растворителя на показатели светопоглощения вещества. Выбор спектральной области и условий измерений (pH, растворитель). Чувствительность и воспроизводимость определений.

Тема 2. Фотометрические методы количественного и качественного анализа.

Закон Бугера-Ламберта-Бера. Фотометрические методы определения веществ в отсутствие мешающих компонентов. Методы определения веществ в присутствии мешающих компонентов. Применение цветовых реакций (образования окрашенных продуктов после реакции с цветореагентами). Метод стандартных добавок. Возможности и ограничения качественного анализа веществ с помощью электронных спектров поглощения. Особенности и специфические полосы поглощения в электронных спектрах основных классов органических соединений. Правила Вудворда-Физера. Правило Мак-Конелла. Применение реакций фотодеструкции органических соединений для изучения их строения и свойств. Метрологические характеристики спектрофотометрического метода.

РАЗДЕЛ 3. ПРИМЕНЕНИЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИИ ДЛЯ АНАЛИЗА СОСТАВА И ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОД

Определения цветности, содержания железа, кремния, фосфатов и др. соединений в водах спектрофотометрическими методами. Спектральные индексы, используемые для идентификации и характеристики природных растворенных органических веществ. Фотохимическая трансформация растворенных органических веществ природных вод и ее экологическое значение. Синтез органических хлорпроизводных при УФ обеззараживании природных вод. Использование УФ спектрометрии для оценки потенциальной возможности образования хлорорганических соединений при очистке вод разного назначения. Применение спектральных индексов для оценки качества вод.

РАЗДЕЛ 4. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФОТОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ

Основные понятия и законы люминесценции. Понятие люминесценции. Природа люминесценции. Виды люминесценции. Основные характеристики люминесценции. Интенсивность люминесценции и концентрации люминофора. Диаграмма Яблонского. Основные закономерности молекулярной

люминесценции. Закон Вавилова. Правило Стокса. Правило Каши. Правило Левшина. Время жизни возбужденных состояний молекул. Тушение люминесценции, его виды и причины. Квантовый выход. Виды флуорофоров. Спектры возбуждения и испускания, синхронные спектры флуоресценции. Получение, обработка. Искажения спектров, причины, методы коррекции. Количественный и качественный люминесцентный анализ. Метрологические характеристики метода люминесценции.

РАЗДЕЛ 5. ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ МЕТОДОВ В АНАЛИЗЕ ВОД

Области применения флуориметрии в анализе объектов окружающей среды. Исследования биопродуктивности водоемов, измерения содержания хлорофилла в фотосинтезирующих объектах, состава и фотосинтетической активности фитопланктона в поверхностных водах. Биолюминесценция и ее использование в экотоксикологии. Измерения массовой концентрации неорганических и органических загрязняющих веществ в воде и донных отложениях (после экстракции) в целях экологического и санитарного контроля природных и других водных объектов, вод разного назначения, контроля технологических процессов. Возможности качественного анализа органических и неорганических веществ методами люминесцентного анализа.

Практические задачи:

1. Определение строения природных органических соединений методом электронной спектроскопии.
2. Оценка загрязнения вод бытовыми стоками по спектрам флуоресценции.
3. Способы калибровки спектров флуоресценции.
4. Флуоресценция пигментов. Влияние условий роста растений на характер спектров флуоресценции.
5. Определение нефтяного загрязнения воды методом флуоресценции
6. Определение концентрации фенолов в речной воде методом спектрофотометрии

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

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

Рекомендуемые темы рефератов:

1. Поглощение ультрафиолетовых излучений растворенными органическими веществами природных вод и его экологическое значение
2. Использование спектрофотометрии в химическом анализе вод.
3. Современные приборы и оборудование для видимой и УФ-спектрометрии.
4. Использование флуоресценции для изучения нефтяного загрязнения гидросферы
5. Экологические проблемы химического обеззараживания вод с применением окислительных реагентов и спектральные методы контроля
6. Применение флуоресценции для экологического мониторинга биологического состояния водоемов.
7. Современные приборы и оборудование для изучения фотолюминесценции.

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

Примеры контрольных вопросов:

1. Типы и особенности состава вод. Подходы к оценке качества
2. Качество вод разного назначения и требования к нему.
3. Показатели и нормативы качества вод разного назначения.
4. Возможности оптической спектрометрии в исследовании вод
5. Природа электронных спектров поглощения.
6. Количественные закономерности поглощения света веществом.
7. Природа окраски неорганических веществ в растворах
8. Природа окраски органических веществ
9. Основные законы, понятия и показатели, используемые в спектрофотометрии.
10. Классификация фотометрических методов по типу используемых реакций.
11. Виды спектрофотометрии.
12. Спектрофотометрия в УФ- и в видимой области.
13. Оптические свойства органических веществ природных вод.
14. Методы определения веществ в отсутствие мешающих компонентов.
15. Методы определения веществ в присутствии мешающих компонентов.
16. Факторы, влияющие на окраску соединений в растворах. Выбор оптимальных условий определения
17. Принципы определения железа, кремния, фосфатов и др. соединений в водах.
18. Спектральные индексы, используемые при оценке состава и свойств органических веществ природных и технических вод.
19. Спектральные показатели, используемые для контроля качества вод
20. Использование УФ-спектров при прогнозе опасности образования в водах хлорорганических соединений
21. Природа люминесценции. Диаграмма Яблонского.
22. Виды люминесценции и их применение в экологических исследованиях.
23. Основные характеристики люминесценции.
24. Основные законы молекулярной люминесценции.
25. Тушение люминесценции, его виды и причины.
26. Квантовый выход флуоресценции, расчет и применение.
27. Качественный и количественный люминесцентный анализ .
28. Устройство и принципы работы спектрофлуориметров.
29. Спектры возбуждения и эмиссии, синхронные спектры флуоресценции.
30. Применение спектров флуоресценции для оценки нефтяного загрязнения водоемов.
31. Применение флуоресцентной спектроскопии для оценки загрязнения вод бытовыми органическими стоками.
32. Применение флуориметрии для изучения природы органических веществ почв и поверхностных вод.
33. Оценка фотосинтетической продукции фитопланктона по параметрам флуоресценции
34. Применение кинетических и стационарных параметров флуоресценции хлорофилла при мониторинга воздействий токсических факторов окружающей среды на растения.

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,контрольные работы, тесты)*	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения *(виды оценочных средств: практические контрольные задания, решение кейсов)*	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: выполнение лабораторной работы и анализа данных)*	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:

Основная литература

Илларионова Е.А., Сыроватский И.П. Флуориметрия. Теоретические основы метода. Практическое применение метода. Иркутск. ИГМУ. 2011;

Шмидт В. Оптическая спектроскопия для химиков и биологов. Москва. Техносфера. 2007;

Котелевцев С.В., Маторин ДН,Садчиков А.П. Эколого-токсикологический анализ растительных сооб-ществ в водных экосистемах. Москва. Альтекс. 2012;

Маторин Д.Н., Осипов В.А., Яковлева О.В., Погосян С.И. Определение состояния растений и водорослей по флуоресценции хлорофилла / Уч.-мет. Пособие/. Москва. МГУ. Макс пресс. 2010;

Fluorescence Spectroscopy as a Potential Tool for In-Situ Monitoring of Dissolved Organic Matter in Surface Water Systems (In: book Water Pollution (Ed. Balkis N.). InTech. 2012. OPEN ACCESS DOI: 10.5772/1418 https://www.intechopen.com/chapters/28946

Сайдов Г.В., Свердлова О.В. Практическое руководство по молекулярной спектроскопии. Санкт-Петербург.СПб ГУ. 1995;

Лакович Дж. Основы флуоресцентной спектроскопии. Москва. Мир. 1986.

Дополнительная литература

Гармаш А.В. Введение в спектроскопические методы анализа. Оптические методы анализа. Москва. РАН. Высший хим. колледж. 1995;

Вязьмин С.Ю., Рябухин Д.С., Васильев А.В. Электронная спектроскопия органических соединений.Санкт-Петербург. СПб ГЛТА;

Карабашев Г.С. Флюоресценция в океане . Ленинград. Гидрометеоиздат. 1987.

ПНД Ф 14.2.268. 2012. Методика измерений обилия и индикации изменения состояния фитопланктона в при родных водах флуоресцентным методом. М. 2012;

ФР.1.39.2007.03223. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. М. Акварос. 2007;

Hudson N., Baker A., Reynolds D. Fluorescence analysis of dissolved organic matter in natural, waste and polluted waters—a review// River Research Applications. 2007. V.23. Pp.631–649;

Parlanti E., Woyerz K., Georoy L., M. Lamotte Dissolved organic matter fluorescence spectroscopy as a tool to estimate biological activity in a coastal zone submitted to anthropogenic inputs// Organic Geochemistry. 2000. V.31.pp. 1765-1781;

Baker A. Fluorescence properties of some farm wastes: implications for water quality monitoring//Water Res. 2002. V.36. pp.189–194;

Ates N., Kitis M., Yetis U. Formation of chlorinetion by-products in waters with low SUVA correlations with SUVA and differential UV Spectroscopy //Water research. 2007. V. 41.pp. 4139 – 4148;

Hua Zhang, Jiuhui Qu, Huijuan Liu, Xu Zhao. Characterization of isolated fractions of dissolved organic matter from sewage treatment plant and the related disinfection by-products formation potential// Journal of Hazardous Materials. 2009. V. 164. Pp. 1433–1438;

Baker A. Fluorescence EEM characterization of some sewage impact drivers //Environ Sci Technol. 2001. V.35. Pp. 948–953;

Thomas, O., Khorassani H. Touraud, E., Bitar, H. TOC versus UV spectrophotometry for wastewater quality monitoring//Talanta. 1999. V. 50. Pp.743–749;

Roig, B., Gonzalez, C., Thomas, O. Monitoring of phenol photodegradation by ultraviolet spectroscopy //Spectrochim. Acta A. 2003. V. 59. pp.303–307

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

http://www.chem.msu.ru

http://www.intechopen.com/books/water-pollution (Наука, Технологии, медицина – книги в открытом доступе Open Access Books)

http://www.nytek.ru (аппаратура для спектрометрии)

http://watchemec.ru/about (журнал Вода: химия и экология)

https://freechemistry.ru (портал Аналитическая химия. Методики).
http://chemistry-chemists.com (библиотека электронных книг по химии и форум химиков)

- Описание материально-технического обеспечения:

Помещения
- учебная аудитория для проведения 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 веществ в пробах воздуха, воды и почвы (оборудование для хранения, сушки, гомогенизации и фильтрации проб; оборудование для экстракции и концентрирования проб; потенциометры; спектрофотометры и спектрофлюориметры; инфракрасные спектрометры; 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. Преподаватели:

ФИО Караванова Елизавета Ильинична
Должность доцент
Ученая степень (когда и где присуждена) к.б.н., 1991, Москва, МГУ
Ученое звание (когда и кем присвоено) доцент, 2005, Москва, МГУ

12. Разработчики программы:

ФИО Караванова Елизавета Ильинична
Должность доцент
Ученая степень (когда и где присуждена) к.б.н., 1991, МГУ
Ученое звание (когда и кем присвоено) доцент, 2005, МГУ

13. Краткая аннотация дисциплины:

Рассмотрены типы водопользования, особенности требований к качеству вод разного происхождения и назначения, используемые показатели и нормативы. Дан обзор видов спектральных методов, применяемых для количественного и качественного анализа состава вод. Рассмотрены теоретические основы молекулярной электронной спектроскопии в видимом и УФ-диапазоне, флуоресцентного анализа, оценка их возможностей, преимуществ, ограничений, метрологические характеристики; примеры применения для анализа состава и оценки качества вод: оценки их загрязнения, содержания органических и неорганических веществ, оценки биопродуктивности и состояния фитопланктона, экологического и санитарного контроля природных и других водных объектов, вод разного назначения, контроля технологических процессов.