

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.11 Спектроскопические методы анализа

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль)

22.03.01.32 Физико-химия материалов и процессов

Форма обучения

очная

Год набора

2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

Д-р.хим. наук , Профессор, Лосев В.Н.

\_\_\_\_\_  
должность, инициалы, фамилия

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

Фундаментальная подготовка и приобретение профессиональных навыков в области современных спектроскопических методов определения химических элементов в объектах различного вещественного состава и агрегатного состояния.

«Спектроскопические методы исследования» является специальной дисциплиной, дающей студентам знания в области применения спектроскопических методов анализа для определения низких и сверхнизких концентраций элементов. В курсе рассматриваются методы, базирующиеся на поглощении и излучении электромагнитного излучения атомами и молекулами.

Предметом курса являются современные атомно-спектроскопические (атомная абсорбция, атомная эмиссия и атомная флуоресценция) и молекулярно-спектроскопические методы анализа (спекрофотометрия и люминесценция, а также метод масс-спектрометрии).

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

- освоение теоретических основ спектроскопических методов определения элементов, их возможности, преимущества и недостатки, принципиальное устройство приборов и назначение каждого отдельного узла приборов;

- определение роли и места спектроскопических методов в общем арсенале методов аналитической химии;

- представления о современном состоянии и тенденциях развития спектроскопических методов анализа;

- осуществление правильного выбора спектроскопического метода для анализа конкретного объекта, исходя из природы объекта анализа его агрегатного и вещественного состава, перечня и концентрации определяемых элементов, достигаемой точности и экспрессности;

- приобретение навыков работы на приборах, подготовки проб для проведения определения.

### 1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-4: Способен использовать знания о методах исследования, анализа и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессов, протекающих в материалах, на практике при их получении, обработке и модификации</b>	
ПК-4.1: Знает методы исследования, анализа, диагностики и моделирования	Знать основы атомно-спектроскопических и молекулярно-спектроскопических методов анализа. Знать конструкцию приборов и назначение

свойств веществ (материалов)	<p>отдельных узлов.</p> <p>Знать метрологические характеристики спектроскопических методов анализа.</p> <p>Уметь осуществлять правильный выбор метода анализа исходя из агрегатного состояния и вещественного состава анализируемого объекта, концентрации определяемых элементов, достигаемой точности и экспрессности.</p> <p>Уметь отстраивать приборы для проведения анализа.</p> <p>Владеть методами пробоотбора и пробоподготовки.</p> <p>Владеть навыками интерпретации и математической обработки получаемых результатов и их сопоставления с результатами, полученными другими независимыми методами анализа.</p>
<p><b>ПК-6: Способен применять навыки использования принципов и методик комплексных исследований и испытаний материалов, изделий и процессов их производства для анализа причин брака и разработки предложений по его предупреждению и устранению</b></p>	
ПК-6.2: Осуществляет лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов	<p>Знать типы, структуру и строение наноструктурированных сорбционных материалов используемые для селективного выделения определяемого компонента.</p> <p>Знать методики использования наноматериалов для выделения элементов с целью их последующего определения.</p> <p>Уметь проводить нанесение нанослоев материалов на поверхности твердых тел с целью создания селективных сорбентов.</p> <p>Уметь проводить отделение сорбционных наноматериалов от водных растворов.</p> <p>Владеть методиками синтеза различных сорбционных наноматериалов и их использование в сорбционно-спектроскопических методах анализа.</p> <p>Владеть навыками формирования алгоритмов лабораторных испытаний и исследований.</p>

#### 1.4 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины: Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	0,5 (18)	
практические занятия	1 (36)	
лабораторные работы	0,5 (18)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2 (72)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

		Контактная работа, ак. час.							
№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа		Занятия семинарского типа				Самостоятельная работа, ак. час.	
				Семинары и/или Практические занятия		Лабораторные работы и/или Практикумы			
		Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС	Всего	В том числе в ЭИОС
<b>1. Атомно-абсорбционный анализ.</b>									
	<p>1. Параметры, характеризующие электромагнитное излучение: длина волны, частота, волновое число. Взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. Происхождение спектров излучения и поглощения. Факторы, влияющие на форму и положение спектров поглощения и излучения. Сущность метода атомно-абсорбционной спектрометрии. Поглощение атомами света. Источники излучения: лампы с полым катодом, высокочастотные лампы, источники сплошного спектра. Способы получения поглощающего слоя атомов: пламена, непламенные атомизаторы. Аппаратура и техника атомно-абсорбционных измерений. Сравнительная характеристика используемой аппаратуры для определения следов элементов с точки зрения достигаемой чувствительности.</p>	3							

2. Поглощение атомами и атомными ионами электромагнитного излучения. Формирование спектров поглощения. Использование спектроскопических буферов. Разрешающая способность атомно-абсорбционных спектрометров. Метрологические характеристики атомно-абсорбционного метода анализа. Решение задач по атомно-абсорбционному определению элементов и метрологическим характеристикам.			6					
3. Электротермическое атомно-абсорбционное определение мышьяка в природных водах.					4			
4.							8	
<b>2. Атомно-эмиссионный метод анализа.</b>								
1. Сущность метода атомно-эмиссионной спектрометрии. Принципиальная конструкция спектрометров. Пламя как источник возбуждения. Структура, состав, температура пламен различных типов. Способ введения анализируемых проб в пламя. Горелки и распылители. Процессы и реакции, протекающие в пламени. Дуговой и искровой разряды как источники атомизации и возбуждения. Температура образующейся плазмы. Состояние веществ и химические реакции в источниках атомизации. Способы введения анализируемых проб, находящихся в различных агрегатных состояниях. Применение лазеров и индуктивно-связанной плазмы. Лазерный микрозонд. Связь между интенсивностью излучения и концентрацией элементов в растворе.		3						
2. Атомно-эмиссионное определение цветных и тяжелых металлов в природных водах.					4			

<p>3. Формирование спектров излучения атомами. Источники атомизации и возбуждения. Распределение Больцмана. Конструктивные особенности атомно-эмиссионных спектрометров и их разрешающая способность. Метрологические характеристики атомно-эмиссионного метода анализа. Решение задач по атомно-эмиссионному определению элементов и метрологическим характеристикам.</p>			6					
4.						8		
<b>3. Фотометрический метод анализа.</b>								
<p>1. Фотометрический метод анализа. Связь между строением соединения и его спектром поглощения. Типы фотометрируемых систем. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Коэффициент молярного поглощения. Отклонения от закона БЛБ и их причины. Понятие об истинном и кажущемся молярном коэффициенте поглощения. Однолучевые и двухлучевые спектрофотометры. Типы фотометрируемых систем. Производная спектрофотометрия. Твердофазная спектрометрия.</p>	3							
<p>2. Формирование электронных спектров поглощения. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Химические и физические причины отклонения от закона Бугера-Ламберта-Бера. Хромофорные и ауксохромные группы органических соединений. Поглощение электромагнитного излучения комплексными соединениями. Метрологические характеристики фотометрического метода анализа. Решение задач по фотометрическому методу анализа и метрологическим характеристикам .</p>			6					



3. Фотометрическое определение железа(II) с 1.10-фенантролином в водопроводных и минеральных водах.					4			
4.							8	
<b>4. Люминесцентный метод анализа.</b>								
1. Люминесцентный метод анализа. Различные виды люминесценции и их классификации. Основные закономерности молекулярной люминесценции: закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии (правило Левшина), закон Вавилова. Энергетический и квантовый выход люминесценции. Различные виды тушения люминесценции. Спектрофлуориметры и спектрофосфориметры, принципы их устройства и отличительные характеристики. Источники света (лампы линейчатого и сплошного спектра), диспергирующие системы, приемники излучения. Конструкции кюветных отделений для определения люминесценции веществ различного агрегатного состояния. Методы синхронной флуоресценции, трехмерные спектры люминесценции, спектральная и временная селекция. Органические реагенты, используемые при определении элементов фотометрическим и люминесцентным методом анализа.	3							

2. Формирование спектров люминесценции. Основные законы люминесценции. Формирование излучательного состояния комплексов металлов. Флуоресценция и фосфоресценция. Сопоставление возможностей фотометрического и люминесцентного метода анализа. Метрологические характеристики люминесцентного метода анализа. Решение задач по люминесцентному определению элементов и метрологическим характеристикам.										8												
3. Люминесцентное определение кадмия(II) и алюминия (III) с иод-8-ксихинолин-5-сульфо кислотой.										4												
4.																				12		
<b>5. Масс-спектрометрический метод анализа.</b>																						
1. Основные способы образования ионов: электронный удар, химическая ионизация, ионизация в поле, под действием излучения лазера, в индуктивно связанной плазме, тлеющем разряде, вакуумной искре и др. Способы масс-спектрального анализа, регистрация и интерпретация спектров. Качественный и количественный анализ. Анализ газообразных, жидких и твердых веществ. Изотопное разбавление в масс-спектрометрии. Локальный и послойный анализ. Области применения: изотопный, элементный и молекулярный анализ, определение газообразующих примесей. Хромато-масс-спектрометрия. Типы масс-анализаторов: динамические, статические, времяпролетные.																					3	
2. Масс-спектрометрическое определение таллия, кадмия, ртути, титана в высокочистом алюминии.																						2

3. Движение атомных ионов в электрическом и магнитном полях. Устройства детекторов атомных ионов. Масс-спектрометры с индуктивно связанной плазмой: квадрупольные и времяпролетные. Метрологические характеристики масс-спектрометрического метода анализа. Решение задач по масс-спектрометрическому определению элементов и метрологическим характеристикам.			10					
4.							18	
<b>6. Атомно-флуоресцентный метод анализа.</b>								
1. Сущность метода атомной флуоресценции, как процесса сочетающего принципы атомной абсорбции и атомной эмиссии. Происхождение спектров атомной флуоресценции. Тушение флуоресценции. Аппаратурное оформление метода атомной флуоресценции.	3							
2.							18	
3.								
Всего	18		36		18		72	

## 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 4.1 Печатные и электронные издания:

1. Цитович И. К. Курс аналитической химии: учебник(Москва: Лань).
2. Васильев В. П. Аналитическая химия: Кн. 1: учебник для студентов вузов по химико-технологическим специальностям(Москва: Дрофа).
3. Кельнер Р., Мерме Ж. -М., Отто М., Видмер Г. М. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: Том 1: в 2 томах : перевод с английского(Москва: Мир).
4. Кельнер Р., Мерме Ж. -М., Отто М., Видмер Г. М. Аналитическая химия. Проблемы и подходы: Том 2: в 2 томах : перевод с английского(Москва: Мир).
5. Васильев В. П. Аналитическая химия: Кн. 2: учебник для студентов вузов по химико-технологическим специальностям(Москва: Дрофа).
6. Зенкевич И. Г., Карцова Л. А., Москвин Л. Н., Москвин Л. Н. Аналитическая химия: Т. 2. Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: учебник для студентов вузов по спец. "Химия" : в 3-х т. (Москва: Академия).
7. Белюстин А.А., Булатов М.И., Дробышев А. И., Москвин Л. Н. Аналитическая химия: Т. 1. Методы идентификации и определения веществ: учебник для студентов вузов по спец. "Химия" : в 3-х т. (Москва: Академия).
8. Большова Т. А., Брыкина Г. Д., Гармаш А. В., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: Т. 1: В 2-х томах : учебник для вузов по химическим специальностям и направлениям(Москва: Академия).
9. Алов Н. В., Барбалат Ю. А., Борзенко А. Г., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: Т. 2: в 2-х томах : учебник для вузов по химическим специальностям и направлениям(Москва: Академия).
10. Зенкевич И.Г., Ермаков С. С., Карцова Л. А., Москвин Л. Н. Аналитическая химия: Т. 3. Химический анализ: учебник для студентов вузов по направлению и специальности "Химия" : в 3 томах(Москва: Академия).
11. Отто М. Современные методы аналитической химии: перевод с немецкого(Москва: Техносфера).
12. Вайнфорднер Д. Д., Петрухин О. М., Недлер В. В. Спектроскопические методы определения следов элементов: перевод с английского(Москва: Мир).
13. Данцер К., Мольх Д., Клячко Ю. А. Аналитика: систематический обзор: перевод с немецкого(Москва: Химия).
14. Мицуике А., Кузьмин Н. М. Методы концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе: пер. с англ.(Москва: Химия).
15. Пешкова В. М., Громова М. И., Алимарин И. П. Методы абсорбционной спектроскопии в аналитической химии: учебное пособие для химических специальностей университетов(Москва: Высшая школа).
16. Чудинов Э. Г., Бондарь В. В. Атомно-эмиссионный анализ с

- индукционной плазмой(Москва: Всесоюзный институт научно-технической информации [ВИНИТИ] АН СССР).
17. Хавезов И., Цалев Д., Яковлева С. З. Атомно-абсорбционный анализ: пер. с болгарского(Ленинград: Химия, Ленингр. отд-ние).
  18. Головина А. П., Левшин Л. В. Химический люминесцентный анализ неорганических веществ: монография(Москва: Химия).
  19. Зайдель А.Н. Атомно-флуоресцентный анализ(Ленинград: Химия).
  20. Полуэктов Н. С. Методы анализа по фотометрии пламени(Москва: Химия).
  21. Лосев В. Н. Спектроскопические методы анализа. Сорбционно-спектроскопические методы анализа: учеб.-метод. пособие для лаб. работ студентов спец. 150600 "Материаловедение и технология новых материалов", 150100 "Материаловедение и технология материалов"(Красноярск: СФУ).
  22. Лосев В. Н. Спектроскопические методы анализа: учеб.-метод. пособие [для магистрантов напр. подг. 150100 «Материаловедение и технологии материалов»](Красноярск: СФУ).

**4.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства (программное обеспечение, на которое университет имеет лицензию, а также свободно распространяемое программное обеспечение):**

1. Программные пакеты: Microsoft Office; OpenOffice; Accelrys Discovery Studio Client, PASS Inet, ACD/Labs; ISIS/Draw; Avogadro; Arguslab; PC GAMESS, OpenBabel; Jmol; MacMolPlt онлайн-сервисы сайта <http://www.nmrdb.org/>

**4.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. Электронно-библиотечная система «БиблиоТех»/  
<https://bibliotech.ssipa.edu.ru/>
2. Университетская библиотека online/ <http://www.biblioclub/>
3. Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена. Электронная библиотека/ <http://portal.gersen.ru/>
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование/ <http://window.edu.ru/window>

**5 Фонд оценочных средств**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

**6 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Лабораторные работы проводятся на базе Центра коллективного пользования приборами Сибирского федерального университета, имеющего современное аналитическое оборудование: спектрофотометр Lambda-35, спектрофлуориметр LS-55, атомно-абсорбционный спектрометр «Sollar 6», атомно-эмиссионный спектрометр ICAP 6500 с индуктивно связанной плазмой, масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой XseriesII.

Учебные классы кафедры оборудованы мультимедийными проекторами, позволяющими проводить занятия в инновационной форме с применением активных методов обучения.