

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов  
(КМФХМЦ ТФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра композиционных  
материалов и физико-химии  
металлургических процессов

наименование кафедры

Шиманский А.Ф.

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МЕТОДЫ СПЕКТРАЛЬНОГО**  
**АНАЛИЗА**

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.01 Методы спектрального анализа

Направление подготовки / 22.03.01 Материаловедение и технологии  
специальность материалов профиль подготовки

Направленность 22 03 01 00 02 Физико-химия материалов и  
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2020

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов

---

профиль подготовки 22.03.01.00.02 Физико-химия материалов и процессов

---

Программу  
составили

К.т.н., Доцент, Дубинин П.С.

---

## 1 Цели и задачи изучения дисциплины

### 1.1 Цель преподавания дисциплины

«Методы спектрального анализа» является специальной дисциплиной, дающей студентам знания в области применения физических методов в химии для исследования строения веществ и динамики их превращений. В курсе рассматриваются методы, базирующиеся на облучении веществ электромагнитными излучениями различной частоты и регистрации спектральных характеристик излучения, прошедшего через образец, так называемые, спектральные методы исследования.

Предметом курса являются современные спектральные методы исследования веществ: масс-спектропия, колебательная спектропия, ядерный магнитный резонанс, ядерный гамма-резонанс, спектропия электронного поглощения и фотоэлектронная спектропия, рентгеновский флуоресцентный анализ.

Объектами изучения являются: химические соединения, газообразные и твердые вещества, растворы, а также физические и физико-химические явления, лежащие в основе взаимодействия веществ с электромагнитным излучением и пучками ускоренных элементарных частиц.

Целью преподавания дисциплины «Методы спектрального анализа» является освоение теоретических основ спектроскопических исследований; овладение методологическими и методическими приемами исследований; приобретение практических навыков исследования различных материалов на современном спектрометрическом лабораторном оборудовании.

### 1.2 Задачи изучения дисциплины

В задачи курса входит: теоретическое изучение основ спектральных исследований, основные методологические и методические приемы, необходимые для успешного применения этих методов, а также приобретение практических навыков работы с различными материалами на современном спектрометрическом лабораторном оборудовании.

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

<b>ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности знания о подходах и методах получения результатов в теоретических и</b>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<b>экспериментальных исследованиях</b>	
Уровень 1	Знать современные методы исследований состава, структуры и свойств материалов
Уровень 2	Знать современное контрольное, измерительное и испытательное оборудование
Уровень 1	Уметь работать на современном контрольном, измерительном и испытательном оборудовании, осуществлять операции контроля, измерения и испытания
Уровень 2	Уметь настраивать оборудование, используемое при проведении операций контроля, измерения и испытания
Уровень 3	Уметь планировать внедрение нового оборудования на основе анализа его технических возможностей
Уровень 1	Владеть анализом и оценкой эффективности использования материалов
<b>ПК-4: способностью использовать в исследованиях и расчетах знания о методах исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ (материалов), физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении, обработке и модификации</b>	
Уровень 1	Знать регламенты работы контрольного, измерительного и испытательного оборудования
Уровень 2	Знать подходы к описанию связей между параметрами физических, механических и химических свойств и параметрами структуры материалов
Уровень 1	Уметь планировать внедрение нового оборудования на основе анализа его технических возможностей
Уровень 2	Уметь осваивать возможности нового оборудования и определять оптимальные режимы операций контроля, измерения и испытания
Уровень 1	Владеть планированием внедрения нового оборудования на основе анализа его технических возможностей
<b>ПК-5: готовностью выполнять комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные, процессов их производства, обработки и модификации</b>	
Уровень 1	Знать принципы функционирования основного и вспомогательного оборудования
Уровень 1	Уметь устанавливать закономерности связей параметров структуры материалов и параметров физических, химических и механических свойств и оценивать возможность переноса модельных результатов на поведение материала в реальных условиях
Уровень 2	Уметь описывать и объяснять этапы процессов контроля, измерения и испытания
Уровень 1	Владеть анализом результатов испытаний и измерений, проверкой параметров полученных образцов на соответствие требованиям, описанным в техническом задании

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.ДВ.8.1 Методы спектрального анализа

относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части учебного плана.

1.5 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)	Семестр	
		6	7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>7 (252)</b>	<b>3 (108)</b>	<b>4 (144)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2,5 (90)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа			
в том числе: семинары			
практические занятия	1 (36)	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы			
лабораторные работы	0,5 (18)		0,5 (18)
другие виды контактной работы			
в том числе: групповые консультации			
индивидуальные консультации			
иная внеаудиторная контактная работа:			
групповые занятия			
индивидуальные занятия			
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>2,5 (90)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1,5 (54)</b>
изучение теоретического курса (ТО)			
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)			
реферат, эссе (Р)			
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>2 (72)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

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

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение.	4	0	0	8	ОПК-2 ПК-4 ПК-5
2	Методы ИК-спектроскопии.	6	8	5	28	ОПК-2 ПК-4 ПК-5
3	Атомный спектральный анализ.	8	10	5	22	ОПК-2 ПК-4 ПК-5
4	Рентгеновская спектроскопия.	18	18	8	32	ОПК-2 ПК-4 ПК-5
Всего		36	36	18	90	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме

1	1	<p>Общая классификация спектроскопических методов.</p> <p>Электромагнитный спектр. Характеристики оптического излучения.</p> <p>Энергетическая характеристика участков электромагнитного спектра, используемых в различных спектроскопических методах. Параметры, характеризующие оптическое излучение: длина волны, частота, интенсивность и т.д.</p> <p>Происхождение спектров поглощения и испускания. Диаграмма энергетических уровней атома и молекулы.</p>	4	0	0
2	2	<p>Теоретические основы ИК спектроскопии.</p> <p>Колебания и структура молекул.</p> <p>Качественный анализ.</p> <p>Классификация методов: анализ смеси органических веществ, идентификация индивидуального соединения. Подготовка проб к анализу. Выбор оптимальных условий записи спектра: толщина поглощенного слоя, рабочий диапазон длин волн, скорость сканирования, ширина щелей. Количественный анализ по ИК – спектрам: причины отклонения от закона Бугера – Ламберта – Бера. Спектры поглощения и отражения. Примеры применения.</p>	6	0	0

3	3	<p>Классификация по способам регистрации. Качественный и количественный анализ. Атомно-эмиссионный анализ различных материалов. Атомно-флуоресцентный метод анализа. Атомно-абсорбционная спектроскопия Основы метода. Метод ААС с атомизацией пробы в пламени. Метрологические характеристики и мешающие влияния. Метод ААС с электротермическим способом атомизации пробы. Механизмы испарения и атомизации пробы в графитовых печах. Аналитические характеристики. Аппаратура.</p>	8	0	0
---	---	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---	---	---

4	4	<p>Понятие рентгеновского спектра. Классификация методов рентгеновской спектроскопии. Непрерывное (тормозное) и характеристическое (линейчатое) рентгеновское излучение. Понятие рентгеноспектрального анализа (РСА). Классификация методов РСА по способу генерации рентгеновского излучения. Фотоэффект. Уравнение Эйнштейна. Рентгенофлуоресцентный метод анализа. Основы метода. Аппаратурные основы РФА, методики анализа проб и обработки результатов. Разрешающая способность и спектральные наложения. Приборы для рентгеновского анализа. Спектрометры с волновой дисперсией, спектрометры с энергетической дисперсией. Основные блоки приборов и условия проведения эксперимента.</p>	18	0	0
Всего			36	0	0

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	Методы ИК-спектроскопии.	8	0	0
2	3	Атомный спектральный анализ.	10	0	0

3	4	Рентгеновская спектроскопия.	18	0	0
Всего			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	2	ИК-Фурье спектрометр Nicolet380. Идентификация индивидуального вещества и смеси веществ. Количественный анализ.	5	0	0
2	3	Устройство и порядок работы атомного спектрометра SOLAAR M в режиме абсорбции в пламени. Количественное атомно-абсорбционное определение предложенного металла в растворе методом калибровочного графика.	5	0	0
3	4	Устройство и принцип работы рентгеновских волновых и энергодисперсионных спектрометров. Количественный анализ материалов по методу фундаментальных параметров на волновом спектрометре Shimadzu XRF-1800.	8	0	0
Всего			18	0	0

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература		
Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год

Л1.1	Глубоков Ю. М., Головачева В. А., Дворкин В. И., Ищенко А. А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Т. 1: учебник для студентов вузов по химико-технологическим специальностям и направлениям : в 2-х т.	Москва: Издательский центр "Академия", 2010
Л1.2	Алов Н. В., Василенко И. А., Гольцштрах М. А., Ищенко А. А.	Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Т. 2: учебник для студентов вузов по химико-технологическим направлениям и специальностям : в 2-х т.	Москва: Академия, 2010
6.2. Дополнительная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Цитович И. К.	Курс аналитической химии: учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2007
Л2.2	Мицуике А., Кузьмин Н. М.	Методы концентрирования микроэлементов в неорганическом анализе: пер. с англ.	Москва: Химия, 1986
Л2.3	Золотов Ю. А.	Основы аналитической химии: Кн. 2. Методы химического анализа: учеб. пособие : в 2-х кн.	Москва: Высшая школа, 2002
Л2.4	Тарасевич Н. И., Семенов К. А., Хлыстова А. Д., Алимарин И. П.	Методы спектрального и химико-спектрального анализа	Москва: Издательство Московского университета, 1973
Л2.5	Чудинов Э. Г., Бондарь В. В.	Атомно-эмиссионный анализ с индукционной плазмой	Москва: Всесоюзный институт научно-технической информации [ВИНИТИ] АН СССР, 1990
Л2.6	Данцер К., Мольх Д., Клячко Ю. А.	Аналитика: систематический обзор: перевод с немецкого	Москва: Химия, 1981
Л2.7	Лисичкин Г.В., Фадеев А.Ю., Сердан А.А., Нестеренко П.Н., Мингелев П.Г., Фурман Д.Б., Лисичкин Г.В.	Химия привитых поверхностных соединений: Учеб. пособие для студентов вузов	Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2003
Л2.8	Зайдель А.Н.	Атомно-флуоресцентный анализ	Ленинград: Химия, 1983
Л2.9	Карпов Ю. А., Савостин А. П.	Методы пробоотбора и пробоподготовки: учебное пособие	Москва: БИНОМ, 2015
6.3. Методические разработки			

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	Пиксина О. Е., Ружников С. Г., Дубинин П. С.	Рентгеновский спектральный анализ: лаб. практикум для студентов напр. 150100 «Материаловедение и технология новых материалов».	Красноярск: СФУ, 2012
ЛЗ.2	Лосев В. Н.	Спектроскопические методы анализа: учеб.-метод. пособие [для магистрантов напр. подг. 150100 «Материаловедение и технологии материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013
ЛЗ.3	Симонова Н. С., Харитонов Л. Г., Елсуфьев Е. В., Молотковская Н. О.	Современные методы физико- химического анализа: учеб.-метод. пособие [для студентов программы подгот. 150100.68.00.01 «Современные методы исследования процессов и материалов»]	Красноярск: СФУ, 2013

### **7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Э1	Электронная библиотека по химии [Электронный ресурс].	<a href="http://mch1.chem.msu.su">http://mch1.chem.msu.su</a>
Э2	Каталог библиотеки химического факультета МГУ [Электронный ресурс].	<a href="http://www.chem.msu.su/rus/elbibch.html">http://www.chem.msu.su/rus/elbibch.html</a>
Э3	Каталог ссылок по химии на ресурсы Интернет [Электронный ресурс].	<a href="http://markovsky.virtualave.net/chemonline">http://markovsky.virtualave.net/chemonline</a>

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Лекции. Лекционный материал при преподавании дисциплины «Методы спектрального анализа» полностью дается в электронном варианте в Microsoft Power Point и проводится в форме диалога

Практические занятия. Проведение семинарских занятий позволяет применить на практике теоретические знания, полученные при изучении дисциплины;

осуществить контроль усвоения студентами теоретического материала; обеспечить поэтапную подготовку к экзамену по дисциплине. Большинство практических занятий проводятся в активных формах.

Тематика практических занятий приведена в тематическом плане Рабочей программы, там же указано количество часов по темам.

Подготовка к занятиям предполагает изучение литературных источников, список которых приведен в Рабочей программе по дисциплине.

Практические и семинарские занятия организованы так, что на каждом из них студент может активно участвовать в работе, его знания и активность оцениваются по пятибалльной шкале, которые идут в «общий итог» по дисциплине

Контрольная работа. Контрольная работа выполняется студентами после завершения соответствующего раздела. Контрольная работа предполагает знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания

Реферат В течение семестра выборочно несколько студентов готовят рефераты по выданной теме и выступают с докладом в PowerPoint с последующим обсуждением темы всей группой в формате «круглого стола». В итоге каждый студент может проявить активность и продемонстрировать свои знания по теме

Подготовка к экзамену. Подготовка к экзамену предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Программный пакет Microsoft Office.
-------	-------------------------------------

## 9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	Электронно-библиотечная система «БиблиоТех». Режим доступа: <a href="https://bibliotech.sspsa.edu.ru/">https://bibliotech.sspsa.edu.ru/</a> ;
9.2.2	Университетская библиотека on-line. Режим доступа: <a href="http://www.biblioclub/">http://www.biblioclub/</a> ;
9.2.3	Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена. Электронная библиотека. Режим доступа: <a href="http://portal.gersen.ru/">http://portal.gersen.ru/</a> ;
9.2.4	Единое окно доступа к образовательным ресурсам Федерального портала Российское образование. Режим доступа: <a href="http://window.edu.ru/window">http://window.edu.ru/window</a> .

## 10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Кафедра располагает материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов образовательной деятельности по дисциплине «Методы спектрального анализа», в соответствии с требованиями государственного образовательного стандарта подготовки бакалавров по направлению 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов».

Учебные классы и лаборатории кафедры оснащены необходимым оборудованием, позволяющим проводить лекционные, практические и лабораторные занятия в инновационной форме с применением активных методов обучения. Лекционные занятия проводятся с использованием интерактивной доски. Практические занятия проводятся в компьютерном классе.

Лабораторные занятия проводятся в аудитории 202 л.к. площадью 45,9 м<sup>2</sup>. Площадь, занимаемая лабораторным оборудованием и мебелью, составляет от 6 до 15 м<sup>2</sup> (в зависимости от аудиторной мебели для размещения студентов). Норма площади на одного студента, согласно ГОСТ 12.4.113-82 «Система стандартов безопасности труда. Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности», составляет 4,5 м<sup>2</sup>. Таким образом, вместимость лаборатории – порядка 12 человек. При необходимости за счет задействования для размещения студентов учебной аудитории 203 л.к. можно повысить число занятых в занятии студентов до 15 человек, не более. В связи с изложенным, учебные группы численностью 16 человек и более делятся на подгруппы, состав которых сохраняется до окончания лабораторного практикума. Деление на подгруппы фиксируется в педагогической нагрузке преподавателя.

Лабораторные занятия проводятся в учебно-научных лабораториях, оснащенных современным программным обеспечением физических методов контроля качества вещества, материалов и изделий, а также соответствующим комплексом оборудования, включающем следующие научно-исследовательские приборы:

рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный сканирующий спектрометр Shimadzu XRF-1800;

рентгеновский энергодисперсионный спектрометр ARL Quant'X, Thermo;

атомно-абсорбционный спектрометр SOLAAR M;

ИК-спектрометр Thermo Scientific nicolet 380.