

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

Б1.В.ДВ.02.01 Физико-химические методы исследования

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

22.03.02 Metallургия

---

Направленность (профиль)

22.03.02 Metallургия

---

Форма обучения

заочная

---

Год набора

2021

---

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

Канд. физ.-мат. наук, Доцент , Залого А.Н.

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

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Исследование данного вещества, материала или изделия может быть осуществлено различными методами. Простые качественные или количественные методы в настоящее время устаревают, поскольку далеко не всегда позволяют объяснить поведение веществ в производственном процессе, выявить причины появления некачественной продукции на производстве и разработать предложения по их предупреждению и устранению. В связи с этим все больше используются методы, в которых исследуемая система, находящаяся в определенном агрегатном состоянии, зондируется электромагнитными излучениями различной частоты или пучками ускоренных элементарных частиц, а информация извлекается из спектральных характеристик излучения, прошедшего через вещество или отраженного им. Комплекс таких методов получил название физико-химических методов анализа веществ, материалов и изделий.

Изучение физико-химических методов исследования с привлечением знаний из соответствующих разделов физики, химии, математической статистики способствует установлению предметных связей, развивает навыки самостоятельной работы студентов, позволяет построить работу таким образом, чтобы учебные задачи перерастали в курсовые и дипломные работы. Данная дисциплина должна вооружить бакалавров разнообразными методиками эксперимента, приобрести опыт экспериментальной работы и реализовать теоретические знания на практике.

Целью освоения дисциплины является овладение современными физико-химическими методами анализа веществ и материалов разнообразной природы, такими как дифракционные, спектральные, электронномикроскопические, термические.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение основных принципов и методов физико-химического анализа веществ, материалов и изделий;
- приобретение знаний по использованию технических средств для измерения свойств и контроля качества веществ, материалов и изделий из них;
- получение комплекса знаний и навыков использования современных информационно-коммуникационных технологий, глобальных информационных ресурсов в научно-исследовательской и расчетно-аналитической деятельности.

### **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-1: Способен осуществлять сопровождение типовых технологических процессов в области материаловедения и технологии материалов</b>	

<p>ПК-1.2: Использует современные физико-химические методы анализа веществ и материалов разнообразной природы для решения научно-исследовательских задач, проводит эксперименты, анализирует и обрабатывает полученные данные, выбирает эффективные технические средства и технологии</p>	<p>Знать средства измерений, контроля качества материалов и технической диагностики технологических процессов производства  Знать современные методы исследования, применяемые в инженерной и исследовательской практике  Знать принципы планирования экспериментов, методики комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства  Уметь выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации  Уметь проводить физико-химические исследования процессов и материалов, включая стандартные и сертификационные испытания  Уметь обрабатывать результаты комплексных исследований, включающих проведение испытаний разными методами  Владеть навыками проведения экспериментов и регистрации их результатов  Владеть навыками использования современных подходов и физико-химических методов к исследованию металлургических процессов  Владеть навыками интерпретации результатов эксперимента</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)	Семестр					
		1	2	3	4	5	6

### 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. Введение</b>									
	1. Предмет и задачи дисциплины. Основные методы физико-химического исследования вещества, материалов и изделий. Современная приборная и научно-методическая база. Основы методологии выбора средств измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации.	1							
	2.							35	
<b>2. Дифракционные методы анализа</b>									

<p>1. Теоретические основы рентгеновского фазового анализа. Природа рентгеновского излучения. Рентгеновские спектры. Рентгентехника: рентгеновские трубки и аппараты. Основные свойства рентгеновских лучей и области их применения. Волновые свойства рентгеновских лучей: отражение, дифракция, интерференция. Формула Вульфа-Брэгга и ее физический смысл. Съемка дифрактограмм и их расшифровка. Рентгенодифракционный метод анализа материалов. Методы получения рентгенограмм от моно- и поликристаллов. Схема получения дифракционной картины от поликристалла и способы её регистрации. Рентгеновская дифрактометрия. Схема съемки по Брэггу-Брентано. Рентгеновский дифрактометр с поликапиллярной оптикой XRD7000 Shimadzu. Качественный фазовый анализ вещества сложного состава с использованием базы данных дифракционных стандартов в виде международной картотеки JCPDS (ASTM). Автоматизация метода рентгенофазового анализа с помощью программного обеспечения информационно-поисковой системы фазовой идентификации. Количественный фазовый анализ. Использование дифракционных методов анализа для исследования металлургических процессов и решения инженерных задач.</p>	2							
<p>2. Качественный и количественный анализ. Дифракционные методы анализа вещества. Рентгеновские дифрактометры. Применение методов рентгеноструктурного анализа для контроля качества металлов.</p>			2					
3.							14	

3. Спектроскопические методы, рентгеновский спектральный анализ								
<p>1. Рентгеновские спектры. Вторичное (флуоресцентное) рентгеновское излучение. Рентгеноспектральный анализ. Рентгеновский волновой флуоресцентный спектрометр XRF1800 Shimadzu. Схема и ход лучей в спектрометре. Качественный и количественный рентгеновский флуоресцентный анализ.</p> <p>Атомные спектры. Атомная спектрометрия. Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Атомно-эмиссионный анализ. Атомно-абсорбционная спектрометрия. Закон Бугера-Ламберта-Бера. Атомно-абсорбционные спектрофотометры. Качественный и количественный анализ. Стандартные растворы. Метод градуировочного графика. Спектроскопическое определение микроэлементов с использованием атомно-эмиссионных спектрометров iCAP-6500 DUO, Optima-5300 DV, атомно-абсорбционных спектрометров Sollar M6. Практическое применение.</p>	2							



<p>2. Принцип определения химического состава вещества.          Методы подготовки пробы для аналитического контроля.          Спектроскопические методы анализа.          Метод рентгеновского флуоресцентного анализа.          Качественный и количественный рентгеновский флуоресцентный анализ.          Атомные спектры. Атомная спектрометрия.          Теоретические основы эмиссионной спектроскопии.          Атомно-эмиссионный анализ.          Атомно-абсорбционная спектрометрия.          Закон Бугера-Ламберта-Бера.          Атомно-абсорбционные спектрофотометры.          Стандартные растворы.          Метод градуировочного графика.</p>			2					
3.							14	
<b>4. Электронная микроскопия, термические методы анализа</b>								

<p>1. Использование электронов в электронно-оптических системах. Электростатические и электромагнитные линзы. Типы электронных микроскопов. Принцип действия просвечивающего электронного микроскопа. Особенности формирования изображения в отраженных, поглощенных, вторичных электронах. Принцип растровой микроскопии. Растровый электронный микроскоп JEOL JSM-6490LV. Определение химического состава вещества в микрообъемах кристалла методом микрорентгеноспектрального анализа. Термографический анализ вещества. Физические основы термографического анализа. Принцип устройства и работы дериватографа. Дифференциальный термический и дериватографический методы анализа и их характеристики. Основные положения термического анализа. Применение методов для анализа фазовых и химических превращений в металлах и сплавах. Навыки расшифровки дериватограмм.</p>	2							
<p>2. Типы электронных микроскопов. Особенности формирования изображения в отраженных, поглощенных, вторичных электронах. Принцип растровой микроскопии. Термogrавиметрия. Дифференциально-термический метод анализа.</p>			2					
3.							12	
<b>5. Метрология аналитического контроля.</b>								

<p>1. Основные метрологические понятия и представления.  Основные характеристики метода анализа.  Классификация погрешностей анализа. Способы оценки правильности. Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование. Статистическая обработка результатов измерений. Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа.  Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.</p>	2							
<p>2. Основные метрологические понятия и представления.  Основные характеристики метода анализа.  Классификация погрешностей анализа.  Способы оценки правильности.  Стандартные образцы, их изготовление.  Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа.  Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.</p>			2					
3.							12	
4.								
Всего	9		8				87	

## **4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **4.1 Печатные и электронные издания:**

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").
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).
3. Отто М., Гармаш А. В. Современные методы аналитической химии: Том 1: [в 2 томах] : перевод с немецкого(Москва: Техносфера).
4. Отто М., Гармаш А. В. Современные методы аналитической химии: Т. 2: [в 2 томах] : перевод с немецкого(Москва: Техносфера).
5. Большакова Т. А., Брыкина Г. Д., Гармаш А. В., Дмитриенко С. Г., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: Т. 1: учебник для студентов вузов по химическим направлениям : в 2 т.(Москва: Издательский центр "Академия").
6. Алов Н. В., Барбалат Ю. А., Борзенко А. Г., Гармаш А. В., Золотов Ю. А. Основы аналитической химии: Т. 2: учебник для студентов вузов по химическим направлениям : в 2 т.(Москва: Издательский центр "Академия").
7. Симонова Н. С., Харитоновна 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).

### **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. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". Материаловедение. – URL: [http://window.edu.ru/library?p\\_rubr=2.2.75.1](http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.1)

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

1. Компьютерный учебно-методический тренажер по рентгенофазовому анализу поликристаллов с набором программ РФА и учебных заданий;
2. Компьютерный учебно-методический тренажер (прототип) по рентгеноструктурному анализу поликристаллов с набором программ РСАП и учебных заданий;

3. Научно-технические информационные материалы информационно-библиографического отдела НБ СФУ.

### **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)**

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

Научно-образовательные лаборатории кафедры включают следующее оборудование:

- дилатометр DIL 402C фирмы Netzch;
- дериватограф STA 449 C фирмы Netzch;
- оптико-компьютерная установка на базе микроскопов МБС–8, Метам РБ–21;
- световой инвертированный микроскоп универсального применения AxioObserver Al Carl Zeiss;
- установка для самопроизвольной пропитки пористых каркасов;
- щековая дробилка ЩД-6;
- кольцевая мельница ROCKLABS;
- ситовой анализатор ВПТ 220;
- печи муфельные SNOL 30/1300;
- весы лабораторные VIBRA AJH -220CE;
- весы RV214 OHAUS.

Исследования проводятся также в рентгеновской лаборатории ЦКП СФУ, оснащенной комплексом современного научного оборудования, включающим:

- рентгеновский флуоресцентный спектрометр XRF1800 Shimadzu;
- рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD-6000;
- Ик-Фурье спектрометр NICOLET 6700;
- атомно-абсорбционный спектрометр SOLAAR M.

Бакалавры имеют возможность проводить исследования также в других лабораториях ЦКП СФУ на следующем оборудовании:

- сканирующий электронный микроскоп JSM-6490 LV;
- просвечивающий электронный микроскоп JEOL JEM- 2100;
- атомно-эмиссионный спектрометр Optima 5300 DV и др.