

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  
(КМФХМЦ ТФ)**

наименование кафедры

**Шиманский А.Ф.**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ**

Дисциплина Б1.В.14 Физико-химические методы исследования

Направление подготовки /  
специальность 22.03.02 Metallургия

Направленность  
(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 22.03.02 Metallургия

---

Программу  
составили

Канд. техн. наук , доцент , Бычков П.С.;Канд. физ.-  
мат. наук, доцент, Залого А.Н.

---

## **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 анализа 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

<b>ОПК-7:готовностью выбирать средства измерений в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации</b>	
Уровень 1	Знать средства измерений, контроля качества материалов и технической диагностики технологических процессов производства.
Уровень 1	Уметь выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации.
Уровень 1	Владеть навыками проведения экспериментов и регистрации их результатов.
<b>ПК-2:способностью выбирать методы исследования, планировать и проводить необходимые эксперименты, интерпретировать результаты и делать выводы</b>	
Уровень 1	Знать современные методы исследования, применяемые в инженерной и исследовательской практике.
Уровень 2	Знать принципы планирования экспериментов, методики комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства.
Уровень 1	Уметь проводить физико-химические исследования процессов и материалов, включая стандартные и сертификационные испытания.
Уровень 1	Владеть навыками использования современных подходов и физико-химических методов к исследованию металлургических процессов.
Уровень 2	Владеть навыками интерпретации результатов эксперимента.

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Физико-химические методы исследования» относится к вариативной части блока 1, Б1.В, дисциплин, предусмотренных учебным планом программы бакалавриата по направлению подготовки 22.03.02 «Металлургия», заочной формы обучения четвертого и пятого семестров.

Общетеоретическую подготовку по данному курсу целесообразно проводить на базе следующих дисциплин:

- Математика (разделы «Дифференциальное исчисление», «Интегральное исчисление», «Основы вычислительного эксперимента»);
- Физика (раздел «Квантовая физика»);
- Химия (разделы «Химическая связь», «Растворы»);
- Химия неорганических и органических соединений;
- Химия металлов;
- Физическая химия;
- Материаловедение (разделы «Основы строения

кристаллических тел», «Дефекты кристаллического строения»);  
- Основы кристаллографии.

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
		7
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
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>1,5 (54)</b>	<b>1,5 (54)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Зачёт)</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	2	0	0	7	ОПК-7 ПК-2
2	Рентгеновский спектральный анализ.	4	8	0	8	ПК-2
3	Дифракционные методы анализа.	2	4	0	8	ПК-2
4	Спектроскопические методы	2	8	0	8	ПК-2
5	Термические методы анализа	2	6	0	8	ПК-2
6	Электронная микроскопия	4	8	0	8	ПК-2
7	Метрология аналитического контроля	2	2	0	7	ПК-2
Всего		18	36	0	54	

#### 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	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.	2	2	0
2	2	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. Вторичное (флуоресцентное) рентгеновское излучение. Рентгеноспектральный анализ. Рентгеновский волновой флуоресцентный спектрометр XRF1800 Shimadzu. Схема и ход лучей в спектрометре. Качественный и количественный рентгеновский флуоресцентный анализ.	4	2	0



3	3	<p>Теоретические основы рентгеновского фазового анализа. Съёмка 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 съёмки по Брэггу-Брентано. Рентгеновский дифрактометр с поликапиллярной оптикой XRD7000 Shimadzu.</p> <p>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	0	0
---	---	---	---	---	---

4	4	<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 М6. Практическое применение</p>	2	0	0
5	5	<p>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	0	0

6	6	<p>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.</p>	4	0	0
---	---	--	---	---	---

7	7	<p>Основные метрологические понятия и представления.</p> <p>Основные характеристики метода анализа. Классификация погрешностей анализа.</p> <p>Способы оценки правильности.</p> <p>Стандартные образцы, их изготовление, аттестация и использование.</p> <p>Статистическая обработка результатов измерений. Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа.</p> <p>Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.</p>	2	0	0
Всего			18	4	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	<p>Принцип определения химического состава вещества.</p> <p>Методы подготовки пробы для аналитического контроля.</p> <p>Спектроскопические методы анализа.</p> <p>Метод рентгеновского флуоресцентного анализа.</p> <p>Качественный и количественный рентгеновский флуоресцентный анализ.</p>	8	2	0

2	3	<p>Качественный и количественный анализ.</p> <p>Дифракционные методы анализа вещества.</p> <p>Рентгеновские дифрактометры.</p> <p>Применение методов рентгеноструктурного анализа для контроля качества металлов.</p>	4	3	0
3	4	<p>Атомные спектры.</p> <p>Атомная спектрометрия.</p> <p>Теоретические основы эмиссионной спектроскопии. Атомно-эмиссионный анализ.</p> <p>Атомно-абсорбционная спектрометрия.</p> <p>Закон Бугера-Ламберта-Бера.</p> <p>Атомно-абсорбционные спектрофотометры.</p> <p>Стандартные растворы.</p> <p>Метод градуировочного графика.</p>	8	2	0
4	5	<p>Термогравиметрия.</p> <p>Дифференциально-термический метод анализа.</p>	6	0	0
5	6	<p>Типы электронных микроскопов.</p> <p>Особенности формирования изображения в отраженных, поглощенных, вторичных электронах.</p> <p>Принцип растровой микроскопии.</p>	8	0	0

6	7	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.	2	0	0
Всего			26	7	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
Всего					

## 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
<b>6.2. Дополнительная литература</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Отто М., Гармаш А. В.	Современные методы аналитической химии: Том 1: [в 2 томах] : перевод с немецкого	Москва: Техносфера, 2003
Л2.2	Отто М., Гармаш А. В.	Современные методы аналитической химии: Т. 2: [в 2 томах] : перевод с немецкого	Москва: Техносфера, 2004
Л2.3	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", 2014
Л2.4	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", 2014
<b>6.3. Методические разработки</b>			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	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, 2013

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

Э1	Электронный каталог научных журналов [Электронный ресурс]	<a href="http://scitation.aip.org">http://scitation.aip.org</a>
Э2	Электронный каталог научных журналов [Электронный ресурс]	<a href="http://journals.aps.org">http://journals.aps.org</a>
Э3	Информационно-образовательная среда дистанционного обучения на платформе WebCT [Электронный ресурс]	<a href="http://e-el.lcg.tpu.ru">http://e-el.lcg.tpu.ru</a>
Э4	Единое окно доступа к информационным ресурсам [Электронный ресурс]	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
Э5	Электронная библиотека по химии [Электронный ресурс]	<a href="http://rushim.ru/books/books.htm">http://rushim.ru/books/books.htm</a>

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

**Лекции.** Лекционный материал при преподавании дисциплины «Физико-химические методы исследования» полностью дается в электронном варианте в Microsoft Power Point и проводится в форме круглого стола

**Практические занятия.** Проведение практических занятий позволяет применить на практике теоретические знания, полученные при изучении дисциплины; осуществить контроль усвоения студентами теоретического материала; обеспечить поэтапную подготовку к зачету 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 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 очной формы обучения 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 зачету.** Подготовка к зачету предполагает изучение конспектов лекций, рекомендуемой литературы и других источников, повторение материалов практических занятий

Самостоятельное изучение теоретического материала по курсу «Физико-химические методы исследования» планируется с целью домашней проработки, как лекционного материала, так и информации, полученной студентами при работе с рекомендуемой литературой по разделам, не нашедшим достаточного отражения в лекциях.

Для самостоятельной проработки теоретического материала рекомендуется использовать учебные пособия, приведенные в разделе 6 учебной программы, по разделам, соответствующим пройденному



лекционному материалу. При самостоятельной работе с литературой студенту рекомендуется составить конспект, в котором он, по желанию, может отразить основные сведения по теме, изучаемой самостоятельно.

Основной формой упражнений на практических занятиях являются задачи и примеры. Задачи для решения приведены в методических указаниях для практических занятий. Согласно учебной программе дисциплины, в ходе освоения дисциплины запланировано решение вне аудитории 3÷5 задач по каждой рассматриваемой теме. В помощь студентам в каждом разделе приведены примеры решения типовых задач.

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

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

9.1.1	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам". Материаловедение. – URL: <a href="http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.1">http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.1</a>
-------	---

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Компьютерный учебно-методический тренажер по рентгенофазовому анализу поликристаллов с набором программ РФА и учебных заданий;
9.2.2	Компьютерный учебно-методический тренажер (прототип) по рентгеноструктурному анализу поликристаллов с набором программ РСАП и учебных заданий;
9.2.3	Научно-технические информационные материалы информационно-библиографического отдела НБ СФУ.

## **10 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 A1 Carl Zeiss;
- установка для самопроизвольной пропитки пористых каркасов;
- щековая дробилка ШД-6;

- кольцевая мельница ROCKLABS;
- ситовой анализатор ВПТ 220;
- печи муфельные SNOL 30/1300;
- весы лабораторные VIBRA АЛН -220СЕ;
- 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.