

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

Б1.В.ДВ.03.02 Физико-химические 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 _____

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

должность, инициалы, фамилия

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Проведение анализа 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

| Код и наименование индикатора достижения компетенции | Запланированные результаты обучения по дисциплине |
|--|--|
| | ПК-5: Способен выполнять эксперименты и обработку их результатов по созданию, исследованию и выбору материалов, оценке их технологических и |

| служебных качеств путем анализа их структуры и свойств, механических, коррозионных и других испытаний | |
|--|--|
| ПК-5.1: Выполняет комплексные исследования и испытания при изучении материалов и изделий, включая стандартные и сертификационные испытания | <p>Знать средства измерений, контроля качества материалов и технической диагностики технологических процессов производства.</p> <p>Знать современные методы исследования, применяемые в инженерной и исследовательской практике</p> <p>Знать принципы планирования экспериментов, методики комплексных исследований, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства.</p> <p>Уметь выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов в соответствии с требуемой точностью и условиями эксплуатации.</p> <p>Уметь проводить физико-химические исследования процессов и материалов, включая стандартные и сертификационные испытания.</p> <p>Владеть навыками проведения экспериментов и регистрации их результатов.</p> <p>Владеть навыками использования современных подходов и физико-химических методов к исследованию металлургических процессов.</p> |
| ПК-5.2: Выполняет эксперименты и оформляет результаты исследований и разработок, анализирует результаты комплексных исследований и испытаний при изучении материалов (изделий) | <p>Знать методики обработки и анализа результатов эксперимента.</p> <p>Знать требования к оформлению результатов эксперимента по исследованию качественных и количественных характеристик материалов.</p> <p>Уметь выбирать метод проведения испытаний, обработку и анализ результатов исследования, анализа и диагностики материалов и изделий.</p> <p>Уметь обрабатывать результаты комплексных исследований, включающих проведение испытаний разными методами.</p> <p>Уметь делать выводы о качестве материала из результатов проведенных экспериментов.</p> <p>Владеть навыками интерпретации результатов эксперимента.</p> <p>Владеть навыками оформления результатов эксперимента.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>ПК-5.3: Применяет компьютерное программное обеспечение для обработки результатов и анализа данных исследования и контроля качества материалов, пленок и покрытий, полуфабрикатов, заготовок, деталей и изделий</p> | <p>Знать основные возможности специализированного программного обеспечения (ПО) для обработки результатов и анализа данных исследования и контроля качества материалов.</p> <p>Знать возможности, которые могут быть реализованы в неспециализированном ПО для обработки результатов и анализа данных исследования.</p> <p>Уметь проводить при помощи специализированного</p> |
| | <p>и неспециализированного ПО обработку результатов и анализ данных исследования.</p> <p>Владеть навыками обработки результатов и анализ данных исследования при помощи специализированного и неспециализированного ПО.</p> |
| <p>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</p> | |
| <p>ПК-6.2: Осуществляет лабораторно-аналитическое сопровождение разработки наноструктурированных композиционных материалов</p> | <p>Знать проведение стандартных и дополнительных лабораторных испытаний различных видов материалов.</p> <p>Уметь выполнять экспериментальные работы и обобщать их.</p> <p>Владеть подготовкой методического руководства по проведению лабораторных анализов, испытаний и исследований.</p> |
| <p>ПК-6.3: Проводит анализ сырья, полуфабрикатов и готовой продукции производства наноструктурированных композиционных материалов, составляет отчетную документацию, записи и протоколы хода и результатов экспериментов, документацию по технике безопасности и безопасности жизнедеятельности</p> | <p>Знать нормативные правовые акты и локальные документы по технологическому обеспечению производства.</p> <p>Знать порядок заполнения и оформления технической документацию.</p> <p>Уметь составлять документацию на несоответствующую продукцию.</p> <p>Уметь разрабатывать меры по снижению отходов производства.</p> <p>Владеть разработкой предложений по комплексному использованию сырья</p> <p>Владеть анализом качества и количества отходов производства на различных стадиях технологического процесса.</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) | Сем естр | |
|--|--|-------------|---|
| | | 1 | 2 |
| Контактная работа с преподавателем: | 3 (108) | | |
| занятия лекционного типа | 1 (36) | | |
| практические занятия | 1 (36) | | |
| лабораторные работы | 1 (36) | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 3 (108) | | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | | |
| курсовая работа (КР) | Нет | | |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 2 (72) | | |

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 |
| 1. Дифракционные методы анализа | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|----|--|
| <p>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.</p> <p>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.</p> | 4 | | | | | | | |
| <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.</p> | | | 8 | | | | | |
| <p>3. Расшифровка спектров рентгеноспектрального анализа.</p> | | | | | 6 | | | |
| <p>4.</p> | | | | | | | 12 | |
| <p>2. Рентгеновский спектральный анализ</p> | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|----|--|
| <p>1. 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. 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> | 6 | | | | | | | |
| <p>2. Качественный и количественный анализ. Дифракционные методы анализа вещества. Рентгеновские дифрактометры. Применение методов рентгеноструктурного анализа для контроля качества металлов.</p> | | | 4 | | | | | |
| <p>3. Расшифровка дифрактограмм многофазных образцов.</p> | | | | | 4 | | | |
| <p>4.</p> | | | | | | | 18 | |
| <p>3. Спектроскопические методы</p> | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|----|--|
| 1. 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 SollarM6. Практическое применение. | 4 | | | | | | | |
| 2. 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. | | | 2 | | | | | |
| 3. Количественный анализ хим. состава пробы методом АСА | | | | | 4 | | | |
| 4. | | | | | | | 12 | |
| 4. Термические методы анализа | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--|---|--|----|--|
| 1. 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. Дилатометрический анализ металлов и сплавов. Устройство и принцип работы дилатометра. Применение дилатометрии для анализа металлов и сплавов. | 4 | | | | | | | |
| 2. Термогравиметрия. Дифференциально- термический метод анализа. | | | 4 | | | | | |
| 3. Расшифровка результатов ТГ анализа. | | | | | 4 | | | |
| 4. | | | | | | | 12 | |
| 5. ИК-спектроскопия | | | | | | | | |
| 1. ИК спектры. ИК спектроскопия. Теоретические основы колебательной спектроскопии. Понятие о валентных и деформационных колебаниях в молекуле. Принцип работы ИК спектрометра. Факторы, влияющие на качество спектра. | 4 | | | | | | | |
| 2. ИК-спектроскопия, колебательные спектры. | | | 6 | | | | | |
| 3. Расшифровка ИК спектров. | | | | | 4 | | | |
| 4. | | | | | | | 12 | |
| 6. Электронная микроскопия | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--|----|--|
| 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 JEOLJSM-6490LV. Определение химического состава вещества в микрообъемах кристалла методом микрорентгеноспектрального анализа. | 4 | | | | | | | |
| 2. Типы электронных микроскопов. Особенности формирования изображения в отраженных, поглощенных, вторичных электронах. Принцип растровой микроскопии. | | | 4 | | | | | |
| 3. Анализ данных электронной микроскопии. | | | | | 4 | | | |
| 4. | | | | | | | 16 | |
| 7. Сканирующие зондовые методы исследования | | | | | | | | |
| 1. Особенности сканирующих зондовых методов исследования. Сканирующая туннельная микроскопия (STM) – устройство и принцип работы. Атомно-силовая микроскопия (AFM) – устройство и принцип работы. Магнитосиловая зондовая микроскопия (MFM) – устройство и принцип работы. Сканирующая микроскопия ближней оптической зоны (SNOM) – устройство и принцип работы. | 4 | | | | | | | |
| 2. Сканирующие зондовые методы исследования. Особенности анализа материалов при помощи STM, AFM, MFM, SNOM. | | | 2 | | | | | |
| 3. | | | | | | | 14 | |

| | | | | | | | | |
|---|----|--|----|--|----|--|-----|--|
| 4. Анализ данных зондовых методов исследования. | | | | | 4 | | | |
| 8. Метрология аналитического контроля | | | | | | | | |
| 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. | 6 | | | | | | | |
| 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. | | | 6 | | | | | |
| 3. Определение метрологических характеристик различных экспериментальных данных. | | | | | 6 | | | |
| 4. | | | | | | | 12 | |
| Всего | 36 | | 36 | | 36 | | 108 | |

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

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.