

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
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ И
МАТЕРИАЛОВ

Дисциплина Б1.В.ДВ.02.01 Физико-химические методы исследования
процессов и материалов

Направление подготовки / 22.04.01 Материаловедение и технологии
специальность материалов

Направленность
(профиль)

Форма обучения очная

Год набора 2020

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

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

220000 «ТЕХНОЛОГИИ МАТЕРИАЛОВ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Программу
составили

д-р.хим. наук, профессор, Лосев В.Н.

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Фундаментальная подготовка и приобретение профессиональных навыков в области использования современных физико-химических методов анализа и исследования состава компонентов отходов потребления и промышленного производства, полупродуктов и продуктов их технологического передела.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основной задачей изучения дисциплины является формирование углубленных знаний в области возможностей современных физико-химических методов анализа и исследования состава материалов.

Отходы потребления и промышленного производства имеют многокомпонентный состав, поэтому предварительной стадией является сортировка ТБО и их последующая фракционная переработка. Направление того или ионного вида отходов в соответствующий цикл переработки зависит от его элементного или компонентного состава. Для определения элементного и компонентного состава наиболее широко используются физико-химические методы. Элементный состав определяется с использованием атомно-спектроскопических, молекулярно-спектроскопических, масс-спектрометрических и рентгеновских методов анализа. Компонентный состав материалов, например различных платмасс, определяется преимущественно с использованием молекулярно-спектроскопических методов исследования состава, в первую очередь. ИК- и КР-спектроскопией.

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

| | |
|--|--|
| УК-2:Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | |
| ИД-1.УК-2:В рамках проектной деятельности моделирует технологические процессы создания и обработки материалов с учетом экономических факторов и в соответствии с требованиями экологической и промышленной безопасности | |
| Уровень 1 | Знать методы исследования, анализа, диагностики и моделирования свойств веществ. |
| Уровень 1 | Уметь разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации. |
| Уровень 1 | Владеть критериями оценки материалов с учетом требований надежности, долговечности, экономичности и экологических последствий их применения. |
| ИД-2.УК-2:Внедряет новый проект в производство и управляет им на всех этапах его жизненного цикла | |

| | |
|---|--|
| Уровень 1 | Знать методы, критерии и параметры оценки результатов выполнения проекта. |
| Уровень 1 | Уметь обосновывать практическую и теоретическую значимость проекта на основании результатов физико-химических исследований. |
| Уровень 1 | Владеть приемами оптимизации технологических и конструкторских решений. |
| ИД-3.УК-2: | |
| ПК-3:Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики | |
| ИД-1.ПК-3:Организует и проводит структурный анализ и определение физических и физико-механических свойств материалов | |
| Уровень 1 | Знать методы анализа структурного состава материала и определения его физических и физико-химических свойств. |
| Уровень 1 | Уметь проводить измерения физических и физико-химических параметров анализируемых материалов, интерпретировать полученные результаты по структурному анализу и определению. |
| Уровень 1 | Владеть методами интерпретации данных по определению структуры, физических и физико-химических параметров. |
| ИД-2.ПК-3:Выбирает оборудование, приборы и методы для проведения экспериментов, проводит эксперименты и осуществляет статистическую обработку экспериментальных данных, адаптирует методики исследования материалов к потребностям производства и разрабатывает специальные методики | |
| Уровень 1 | Знать средства измерений, контроля качества материалов и технической диагностики технологических процессов производства. |
| Уровень 1 | Уметь анализировать данные о химическом составе и структуре материалов. |
| Уровень 1 | Владеть навыками проведения комплексных исследований с применением стандартных и сертификационных испытаний. |
| ИД-3.ПК-3: | |
| ПК-5:готовностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы | |
| ИД-1.ПК-5:Использует современное аналитическое оборудование и приборы для проведения исследований в соответствии с целями магистерской программы | |
| Уровень 1 | Знать современные методы исследования, применяемые в инженерной и исследовательской практике. |
| Уровень 1 | Уметь обрабатывать результаты комплексных исследований, включающих проведение испытаний разными методами. |
| Уровень 1 | Владеть навыками использования современных физико- химических методов и подходов к исследованию процессов переработки отходов. |
| ИД-2.ПК-5:Профессионально эксплуатирует современное оборудование и приборы в технологических процессах переработки отходов | |
| Уровень 1 | Знать принципы планирования экспериментов, методики комплексных исследований процессов переработки отходов, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства. |
| Уровень 1 | Уметь выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения |

| | |
|-------------------|---|
| | экспериментов, выбирать методы исследования материалов для типовых инженерных задач. |
| Уровень 1 | Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности. |
| ИД-3.ПК-5: | |

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

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 |
|--|--|----------------|
| | | 2 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 7 (252) | 7 (252) |
| Контактная работа с преподавателем: | 2 (72) | 2 (72) |
| занятия лекционного типа | 1 (36) | 1 (36) |
| занятия семинарского типа | | |
| в том числе: семинары | | |
| практические занятия | 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 | | |
| Самостоятельная работа обучающихся: | 4 (144) | 4 (144) |
| изучение теоретического курса (ТО) | | |
| расчетно-графические задания, задачи (РГЗ) | | |
| реферат, эссе (Р) | | |
| курсовое проектирование (КП) | Нет | Нет |
| курсовая работа (КР) | Нет | Нет |
| Промежуточная аттестация (Экзамен) | 1 (36) | 1 (36) |

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 | Атомно-спектроскопические методы анализа (атомная абсорбция, атомная эмиссия). | 8 | 4 | 4 | 24 | |
| 2 | Молекулярно-спектроскопические методы анализа (спектрофотометрия, люминесценция) | 8 | 4 | 4 | 24 | |
| 3 | Молекулярно-спектроскопические методы исследования состава материалов (ИК- и КР-спектроскопия). | 4 | 2 | 4 | 28 | |
| 4 | Рентгенофлуоресцентный метод анализа. | 6 | 2 | 2 | 20 | |
| 5 | Масс-спектрометрический метод анализа. | 6 | 2 | 2 | 20 | |

| | | | | | | |
|-------|---|----|----|----|-----|--|
| 6 | Хроматографические методы (газовая и жидкостная хроматография). | 4 | 4 | 2 | 28 | |
| Всего | | 36 | 18 | 18 | 144 | |

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>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-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. Сущность метода атомно-абсорбционной</p> | 8 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 2 | <p>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. 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),¹⁰ диспергирующие системы, приемники излучения. Конструкции кюветных отделений для</p> | 8 | 0 | 0 |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 3 | Колебательные и вращательные спектры молекул. Качественный и количественный анализ. Особенности анализа проб в различном агрегатном состоянии. Конструкции приборов и назначение различных узлов. Идентификация материалов по данным ИК-спектров. | 4 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | Классификация эмиссионных методов рентгеноспектрального анализа. Закон Мозли. Качественный и количественный анализ. Матричные эффекты. Типы рентгеновских спектрометров. Сравнительная характеристика рентгеновских методов. Рентгенофлуоресцентный анализ. Принцип метода. Применение. | 6 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|---|---|--|---|---|---|
| 5 | 5 | <p>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.</p> | 6 | 0 | 0 |
|---|---|--|---|---|---|

| | | | | | |
|-------|---|---|----|---|---|
| 6 | 6 | <p>Теория равновесной хроматографии. Способы осуществления хроматографического процесса. Сущность метода газовой хроматографии. Требования к газам носителям и адсорбентам. Химически и адсорбционно-модифицированные носители. Влияние температуры на удерживание и разделение компонентов. Принцип метода жидкостной хроматографии. Требования к носителям и неподвижным фазам, влияние природы жидкой фазы и разделяемых веществ на эффективность разделения. Разновидности метода высокоэффективной жидкостной хроматографии: нормально-фазовая, обращено-фазовая. Ион-парная, ионная, эксклюзионная хроматография.</p> | 4 | 0 | 0 |
| Всего | | | 26 | 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 | 1 | Метрологические характеристики атомно-спектроскопических методов анализа (1 ч). Решение задач по атомно-эмиссионному и атомно-абсорбционному определению элементов (3 ч). | 4 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | Метрологические характеристики молекулярно-спектроскопических методов анализа (1 ч). Решение задач по спектрофотометрическому и люминесцентному определению элементов(3 ч). | 4 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | Идентификация полимерных материалов по данным ИК- и КР-спектроскопии (2 ч). | 2 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | Метрологические характеристики рентгенофлуоресцентного метода определения элементов (1 ч). Решение задач по рентгенофлуоресцентному определению элементов (1 ч) | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 5 | Метрологические характеристики масс-спектрометрического метода анализа (1 ч). Решение задач по масс-спектрометрическому определению элементов (1 ч). | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 6 | Метрологические характеристики хроматографических методов анализа (2 ч). Решение задач по идентификации соединений на основании индексов удерживания и содержания определяемых компонентов (2 ч). | 4 | 0 | 0 |

| | | | | |
|-------|--|----|---|---|
| Всего | | 18 | 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 | 1 | Атомно-эмиссионное определение цветных и тяжелых металлов в шлаках (2 ч). Атомно-абсорбционное определение мышьяка в почвах в виде с гидридной приставкой (2 ч). | 4 | 0 | 0 |
| 2 | 2 | Фотометрическое определение меди с батокуприона в сточных водах (2 ч) Люминесцентное определение кадмия в виде комплексного соединения с иод-8-ксихинолин-5-сульфокислотой (2 ч). | 4 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | Определение состава пластиков методами ИК-спектроскопии (4 ч). | 4 | 0 | 0 |
| 4 | 4 | Рентгенофлуоресцентное определение элементного состава керамических и металлических материалов ТБО (2 ч). | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 5 | Масс-спектрометрическое определение низких концентраций токсичных металлов в техногенных водах и золах от сжигания ТБО (2 ч). | 2 | 0 | 0 |
| 6 | 6 | Определение летучих органических соединений в газовых выбросах методом газовой хроматографии (1 ч). Определение фенолов и их производных в техногенных водах методами жидкостной хроматографии (1 ч). | 2 | 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 | Васильев В. П. | Аналитическая химия. В 2 ч. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: учебник | М.: Высш. шк., 1989 |
| Л1.2 | 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 |
| Л1.3 | 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 |
| Л1.4 | 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 |
| Л1.5 | 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 |
| 6.2. Дополнительная литература | | | |
| | Авторы, составители | Заглавие | Издательство, год |
| Л2.1 | Чудинов Э. Г., Бондарь В. В. | Атомно-эмиссионный анализ с индукционной плазмой: монография | Москва: Всесоюзный институт научной и технической информации [ВИНИТИ] АН СССР, 1990 |
| Л2.2 | Хавезов И., Цалев Д., Яковлева С. З. | Атомно-абсорбционный анализ: перевод с болгарского | Ленинград: Химия. Ленинградское отделение, 1983 |

| | | | |
|------|---------------|-----------------------------------|--------------------|
| Л2.3 | Цитович И. К. | Курс аналитической химии: учебник | Москва: Лань, 2009 |
|------|---------------|-----------------------------------|--------------------|

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

| | | |
|----|---|---|
| Э1 | Scitation is home to the most influential news, comment, analysis and research in the Physical Sciences | http://scitation.aip.org/ |
| Э2 | APS Journals Physical Review Letters, Physical Review X, Physical Review, and Reviews of Modern Physics | http://journals.aps.org |

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Самостоятельная работа студентов ставит целью расширение и закрепление знаний и умений, получаемых на лекциях и практических занятиях. В этом случае наиболее эффективными будут следующие формы проведения СРС:

- систематическое чтение и конспектирование литературы по вопросам изучаемой дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям и промежуточному контролю знаний;
- самостоятельное углубленное изучение узловых вопросов учебной программы, недостаточно освещенных в лекционном курсе;
- подготовка студентов к экзамену.

Самостоятельное изучение теоретического материала по курсу «Физико-химические методы исследования процессов и материалов» 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 подготовки к практическим занятиям, на которых рассматриваются теоретические вопросы по применению материала лекционного курса для решения практических задач, требуется разное количество времени в зависимости от сложности материала, общим объемом 40 ч.

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

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

| | |
|-------|------|
| 9.1.1 | Нет. |
|-------|------|

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

| | |
|-------|-----|
| 9.2.1 | нет |
|-------|-----|

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

Кафедра располагает необходимой материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов деятельности в процессе изучения дисциплины «Физико-химические методы исследования процессов и материалов» и соответствует требованиям государственного образовательного стандарта подготовки магистров по направлению 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов». У кафедры имеется доступ к современным спектроскопическим и хроматографическим приборам Центра коллективного пользования Сибирского федерального университета, а именно: спектрофотометр Lambda-35, спектрофлуориметр LS-55, атомно-абсорбционный спектрометр «Sollar 6», атомно-эмиссионный спектрометр ICAP 6500 с индуктивно связанной плазмой,

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