

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  
процессов и материалов

наименование дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом

Направление подготовки / специальность

22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

Направленность (профиль)

22.04.01.05 Утилизация и переработка отходов потребления и  
промышленного производства

Форма обучения

очная

Год набора

2023

Красноярск 2023

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Программу составили \_\_\_\_\_

д-р.хим. наук, профессор, Лосев В.Н.

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

## 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

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-3: Способен организовать проведение анализа и анализировать структуру новых материалов, адаптировать методики исследования свойств материалов к потребностям производства и разрабатывать специальные методики</b>	
ПК-3.1: Организует и проводит структурный анализ и определение физических и физико-механических свойств материалов	Знать методы анализа структурного состава материала и определения его физических и физико-химических свойств. Уметь проводить измерения физических и физико-химических параметров анализируемых материалов, интерпретировать полученные результаты по структурному анализу и определению. Владеть методами интерпретации данных по определению структуры, физических и физико-химических параметров.

ПК-3.2: Выбирает оборудование, приборы и методы для проведения экспериментов, проводит эксперименты и осуществляет	Знать средства измерений, контроля качества материалов и технической диагностики технологических процессов производства. Уметь анализировать данные о химическом составе и структуре материалов.
статистическую обработку экспериментальных данных, адаптирует методики исследования материалов к потребностям производства и разрабатывает специальные методики	Владеть навыками проведения комплексных исследований с применением стандартных и сертификационных испытаний.
<b>ПК-5: Способен к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с целями магистерской программы</b>	
ПК-5.1: Использует современное аналитическое оборудование и приборы для проведения исследований в соответствии с целями магистерской программы	Знать современные методы исследования, применяемые в инженерной и исследовательской практике. Уметь обрабатывать результаты комплексных исследований, включающих проведение испытаний разными методами. Владеть навыками использования современных физико- химических методов и подходов к исследованию процессов переработки отходов.
ПК-5.2: Профессионально эксплуатирует современное оборудование и приборы в технологических процессах переработки отходов	Знать принципы планирования экспериментов, методики комплексных исследований процессов переработки отходов, испытаний и диагностики материалов, изделий и процессов их производства. Уметь выбирать приборы, датчики и оборудование для проведения экспериментов, выбирать методы исследования материалов для типовых инженерных задач. Владеть навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности.

#### **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)	е
		1
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>2 (72)</b>	
занятия лекционного типа	1 (36)	
практические занятия	0,5 (18)	
лабораторные работы	0,5 (18)	
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>4 (144)</b>	
курсовое проектирование (КП)	Нет	
курсовая работа (КР)	Нет	
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	

### 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. Атомно-спектроскопические методы анализа (атомная абсорбция, атомная эмиссия).</b>									

<p>1. 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 микронд. Связь между интенсивностью излучения и концентрацией элементов в растворе. Сущность метода атомно-абсорбционной спектрометрии. Поглощение атомами света. Источники излучения: лампы с полым катодом, высокочастотные лампы, источники сплошного спектра. Способы получения поглощающего слоя атомов: пламена, непламенные атомизаторы. Аппаратура и техника атомно-абсорбционных измерений. Сравнительная характеристика используемой аппаратуры для определения следов элементов с точки зрения достигаемой чувствительности.</p>	8							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

2. Метрологические характеристики атомно-спектроскопических методов анализа (1 ч). Решение задач по атомно-эмиссионному и атомно-абсорбционному определению элементов (3 ч).			4					
3. 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			
4.							24	
<b>2. Молекулярно-спектроскопические методы анализа (спектрофотометрия, люминесценция).</b>								



<p>1. 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.</p> <p>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), диспергирующие системы, приемники излучения. Конструкции кюветных отделений для определения люминесценции веществ различного агрегатного состояния. Методы синхронной флуоресценции, трехмерные спектры люминесценции, спектральная и временная селекция.</p> <p>Органические реагенты, используемые при определении элементов фотометрическим и люминесцентным методом анализа.</p>	8							
---	---	--	--	--	--	--	--	--

2. Метрологические характеристики молекулярно-спектроскопических методов анализа (1 ч). Решение задач по спектрофотометрическому и люминесцентному определению элементов(3 ч).			4					
3. 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			
4.							24	
<b>3. Молекулярно-спектроскопические методы исследования состава материалов (ИК- и КР-спектроскопия).</b>								
1. 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							
2. Идентификация полимерных материалов по данным ИК- и КР-спектроскопии (2 ч).			2					
3. Определение состава пластиков методами ИК-спектроскопии (4 ч).					4			
4.							28	
<b>4. Рентгенофлуоресцент-ный метод анализа.</b>								
1. 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							

2. Метрологические характеристики рентгенофлуоресцентного метода определения элементов (1 ч). Решение задач по рентгенофлуоресцентному определению элементов (1 ч)			2					
3. Рентгенофлуоресцентное определение элементного состава керамических и металлических материалов ТБО (2 ч).					2			
4.							20	
<b>5. Масс-спектрометрический метод анализа.</b>								
1. 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.	6							
2. Метрологические характеристики масс-спектрометрического метода анализа (1 ч). Решение задач по масс-спектрометрическому определению элементов (1 ч).			2					

3. Масс-спектрометрическое определение низких концентраций токсичных металлов в техногенных водах и золах от сжигания ТБО (2 ч).						2		
4.							20	
<b>6. Хроматографические методы (газовая и жидкостная хроматография).</b>								
1. 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.	4							
2. Метрологические характеристики хроматографических методов анализа (2 ч). Решение задач по идентификации соединений на основании индексов удерживания и содержания определяемых компонентов (2 ч).			4					
3. 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		
4.							28	

5.								
Bcero	36		18		18		144	

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

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

1. Васильев В. П. Аналитическая химия. В 2 ч. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: учебник(М.: Высш. шк.).
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").
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).
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").
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").
6. Чудинов Э. Г., Бондарь В. В. Атомно-эмиссионный анализ с индукционной плазмой: монография(Москва: Всесоюзный институт научно-технической информации [ВИНИТИ] АН СССР).
7. Хавезов И., Цалев Д., Яковлева С. З. Атомно-абсорбционный анализ: перевод с болгарского(Ленинград: Химия. Ленинградское отделение).
8. Цитович И. К. Курс аналитической химии: учебник(Москва: Лань).

##### **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. Нет.

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

1. нет

#### **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)**

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 ICAР 6500 с индуктивно связанной плазмой,

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