



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

  
УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов  
09.02.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**СОВРЕМЕННЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ  
ИССЛЕДОВАНИЯ И АНАЛИЗА**

Направление подготовки (специальность)  
18.04.01 Химическая технология

Направленность (профиль/специализация) программы  
Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очно-заочная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	2

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 910)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Metallургии и химических технологий  
08.02.2023, протокол № 5

Зав. кафедрой  А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
09.02.2023 г. протокол № 5

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиХТ, канд. техн. наук

 Н.Ю.Свечникова

Рецензент:

зав. кафедрой ПЭиБЖД, канд. техн. наук

 А.Ю.Перятинский

## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.С. Харченко

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

подготовка выпускников к междисциплинарному созданию теоретических моделей технологических процессов, позволяющих прогнозировать технологические параметры, характеристики аппаратуры и свойства получаемых веществ, материалов и изделий, а также к разработке программ и выполнение научных исследований, обработка и анализ их результатов, формулирование выводов и рекомендаций.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Современные физико-химические методы исследования и анализа входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Численные методы в решении математических моделей

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Современные физико-химические методы исследования и анализа» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2	Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты
ОПК-2.1	Использует современные приборы и методики, организует проведение экспериментов и испытаний, проводит их обработку и анализирует их результаты

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 8,1 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,1 акад. часов;
- самостоятельная работа – 96 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет с оценкой

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 УФ-спектроскопия	2				22	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос (собеседование). Консультации.	ОПК-2.1
1.2 ИК-спектроскопия					20	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос (собеседование). Консультации	ОПК-2.1
1.3 Спектроскопия ядерного магнитного ре-зонанса					10,9	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы.	Устный опрос (собеседование). Консультации.	ОПК-2.1
1.4 Рентгенофлуоресцентный метод анализа		16				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию.	Устный опрос (собеседование). Консультации. Лабораторные работы №1 и №2	ОПК-2.1
1.5 Жидкостная хроматография					23	Самостоятельное изучение учебной и научно литературы. Тест.	Устный опрос (собеседование). Консультации. Тест.	ОПК-2.1
1.6 Газовая хроматография		16				Самостоятельное изучение учебной и научной литературы. Подготовка к лабораторному занятию. Тест.	Устный опрос (собеседование). Консультации. Тест. Лабораторная работа №3	ОПК-2.1

Итого по разделу		32		75,9			
Итого за семестр		32		75,9		зао	
Итого по дисциплине		32		75,9		зачет с оценкой	

## **5 Образовательные технологии**

Образовательные технологии – это целостная модель образовательного процесса, системно определяющая структуру и содержание деятельности обеих сторон этого процесса (преподавателя и студента), имеющая целью достижение планируемых результатов с поправкой на индивидуальные особенности его участников. Технологичность учебного процесса состоит в том, чтобы сделать учебный процесс полностью управляемым.

Основными признаками образовательной технологии в ее современном понимании являются:

- детальное описание образовательных целей;
- поэтапное описание (проектирование) способов достижения заданных результатов-целей;
- использование обратной связи с целью корректировки образовательного процесса;
- гарантированность достигаемых результатов;
- воспроизводимость образовательного процесса вне зависимости от мастерства преподавателя;
- оптимальность затрачиваемых ресурсов и усилий.

Реализация компетентного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеауди-торной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков.

Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Николаев, А. А. Физико-химические методы исследований флотационных систем [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2013. — 73 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/47432>. — Загл. с экрана.

2. Хроматографический анализ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. С. Ма-хоткина, Н. Ю. Свечникова, М. В. Шубина, В. И. Сысоев ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3307.pdf&show=dcatalogues/1/1137744/3307.pdf&view=true> - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-0967-0.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов [Электрон-ный ресурс]: учебник / Ефремов Г. И. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 255 с.: 60x90 1/16. - (Переплёт). - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=510221>.  
- Загл. с экрана. - ISBN 978-5-16-011030-1.
2. Петухов, В. Н. Основы квантово-химического моделирования взаимодействия флотаци-онных реагентов с угольной поверхностью [Текст]: монография / В. Н. Петухов, Н. Ю. Свечникова, Д. А. Кубак; МГТУ. - Магнитогорск МГТУ, 2014. - 183 с.: ил., табл. - ISBN 978-5-9967-0528-3 (3 экз.).

**в) Методические указания:**

1. Хроматографический анализ [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. С. Махотки-на, Н. Ю. Свечникова, М. В. Шубина, В. И. Сысоев; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3307.pdf&show=dcatalogues/1/1137744/3307.pdf&view=true> - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-0967-0.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
FAR Manager	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:



1. Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий оснащена лабораторным оборудованием:

- Хроматографический комплекс Хроматэк «Кристалл 5000»;
- Энергодисперсионный рентгеновский спектрометр «ARL QUANT'X» Thermo Fisher Scientific.

2. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- специализированной мебелью.

3. Помещение для самостоятельной работы оснащено:

- компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
- специализированной мебелью.

4. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:

- специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования;
- инструментами для ремонта учебного оборудования;
- шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Современные физико-химические методы исследования и анализа» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся в виде решения теста по разделу «Хроматографические методы исследования».

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает выполнение 3 лабораторных работ.

### **Перечень лабораторных работ по дисциплине «Современные физико-химические методы исследования и анализа»**

Лабораторная работа №1 Проведение качественного анализа химического состава материалов рентгеноспектральным методом

Лабораторная работа №2 Лабораторная работа №1 Проведение количественного анализа химического состава материалов рентгеноспектральным методом

Лабораторная работа №3 Хроматографический анализ газовой фазы продуктов пиролиза углеродсодержащих материалов

### **Тест по дисциплине «Современные физико-химические методы исследования и анализа» для самостоятельной работы**

1. По принципу взаимодействия разделяемых компонентов смеси со структурными компонентами неподвижной фазы выделяют хроматографию:

- а. Распределительную
- б. Тонкослойную
- в. Адсорбционную
- г. Колоночную
- д. Препаративную
- е. Осадочную

2. По расположению неподвижной фазы выделяют хроматографию:

- а. Колоночную
- б. Бумажную
- в. Препаративную
- г. Аналитическую
- д. Плоскостную

3. По сфере применения выделяют хроматографию:

- а. Осадочную
- б. Препаративную
- в. Тонкослойную
- г. Распределительную
- д. Аналитическую
- е. Разделительную

4. Сопоставьте вид хроматографии и принцип взаимодействия разделяемых компонентов и неподвижной фазы, на котором он основан:

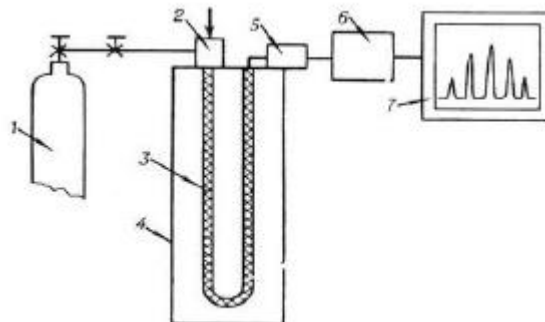
1. Адсорбционная
2. Осадочная
3. Ионообменная

- а. Образование малорастворимых соединений с различной степенью растворимости
- б. Взаимодействие "антиген-антитело"
- в. Образование комплексных соединений с различной константой нестойкости
- г. Разделение за счёт различного заряда разделяемых молекул
- д. Сорбция и десорбция

5. К плоскостной хроматографии относятся:
  - а. Тонкослойная хроматография
  - б. Газо-жидкостная хроматография
  - в. Сверхвысокоэффективная жидкостная хроматография
  - г. Высокоэффективная жидкостная хроматография
  - д. Бумажная хроматография

6. К колоночной хроматографии относятся:
  - а. Тонкослойная хроматография
  - б. Газо-жидкостная хроматография
  - в. Сверхвысокоэффективная жидкостная хроматография
  - г. Высокоэффективная жидкостная хроматография
  - д. Бумажная хроматография

7. Обозначьте детали на приведённой ниже блок-схеме газового хроматографа:



- а. Инжектор
- б. Термостат
- в. Колонка
- г. Детектор
- д. Интегратор
- е. Преобразователь сигналов
- ж. Ёмкость с газом-носителем

8. В газовой хроматографии применяются следующие типы колонок:

- а. Насадочные
- б. Ионообменные
- в. Капиллярные
- г. Металлические

9. Методом газовой хроматографии можно разделять вещества:

- а. Газообразные
- б. Летучие
- в. Водные растворы

- г. Термостабильные
- д. Термолабильные

10. Метод хроматографии был изобретён:

- а. М. В. Ломоносовым
- б. А. И. Несмеяновым
- в. М. С. Цветом
- г. А. Эйнштейном
- д. А. Мартином и М. Сингом

### **Вопросы к зачету**

УФ-спектроскопия:

- возбуждение и релаксация,
- закон Бугера-Ламберта-Бера,
- способы изображения электронных спектров,
- взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул;
- применение УФ-спектроскопии для количественно определения органических веществ.

ИК-спектроскопия:

- важнейшие характеристические полосы поглощения в области основных частот колебаний органических молекул.

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса:

- явление ядерного магнитного резонанса;
- протонный магнитный резонанс (химический сдвиг, спин-спиновое взаимодействие, интегральная интенсивность сигнала ПМР);
- спектроскопия ядерного магнитного резонанса ядер.

Масс-спектрометрия:

- основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров;
- масс-спектры важнейших классов органических веществ.

Хроматографические методы исследования и анализа:

- что такое хроматография?
- какие виды хроматографии существуют? В чем их главное отличие?
- в газовой хроматографии, что выступает в качестве подвижной фазы, неподвижной фазы?
- перечислите преимущества газовой хроматографии.
- какой инертный газ используется в данном методе и почему?
- опишите общее устройство газового хроматографа.
- расскажите принцип действия пламенно-ионизационного детектора (ПИД).
- какие дополнительные газы необходимы для работы ПИД? В каком соотношении они должны подаваться в ПИД?
- что такое режим работы прибора? На что он влияет?
- как изменится общий вид хроматографических пиков, если увеличить температуру в колонке и увеличить расход газа?
- какова последовательность методики определения процентного содержания углеводов в смеси?
- что такое стандартная проба?

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ОПК-2 Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты</p>		
<p>ОПК-2.1</p>	<p>Использует современные приборы и методики, организует проведение экспериментов и испытаний, проводит их обработку и анализирует их результаты</p>	<p><b>Вопросы к зачету</b>                      УФ-спектроскопия:                      -возбуждение и релаксация,                      -закон Бугера-Ламберта-Бера,                      -способы изображения электронных спектров,                      -взаимосвязь электронных спектров и структуры органических молекул;                      -применение УФ-спектроскопии для количественно определения органических веществ.                      ИК-спектроскопия:                      -важнейшие характеристические полосы поглощения в области основных частот колебаний органических молекул.                      Спектроскопия ядерного магнитного резонанса:                      -явление ядерного магнитного резонанса;                      -протонный магнитный резонанс (химический сдвиг, спин-спиновое взаимодействие, интегральная интенсивность сигнала ПМР);                      -спектроскопия ядерного магнитного резонанса ядер.                      Масс-спектрометрия:                      -основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров;                      -масс-спектры важнейших классов органических веществ.                      Хроматографические методы исследования и анализа:                      -что такое хроматография?</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства				
		<p>-какие виды хроматографии существуют? В чем их главное отличие?  -в газовой хроматографии, что выступает в качестве подвижной фазы, неподвижной фазы?  -перечислите преимущества газовой хроматографии.  -какой инертный газ используется в данном методе и почему?  -опишите общее устройство газового хроматографа.  -расскажите принцип действия пламенно-ионизационного детектора (ПИД).  -какие дополнительные газы необходимы для работы ПИД? В каком соотношении они должны подаваться в ПИД?  -что такое режим работы прибора? На что он влияет?  -как изменится общий вид хроматографических пиков, если увеличить температуру в колонке и увеличить расход газа?  -какова последовательность методики определения процентного содержания углеводов в смеси?  -что такое стандартная проба?</p> <p><b>Задание из профессиональной деятельности</b>  <b>Сделать заключение по результатам анализа измерений</b>  спектрометр рентгеновский энергодисперсионный модели ARL QUANT`X</p> <p>Результаты измерений</p> <table data-bbox="728 1197 2089 1348"> <tr> <td data-bbox="728 1197 1075 1348">Средство измерений</td> <td data-bbox="1075 1197 2089 1348">стандартный образец состава руды железной сидеритовой Р96, аттестованное содержание CaO 2,55 %, абсолютная погрешность аттестованного значения 0,03 % (P=0,95)</td> </tr> </table> <table data-bbox="728 1348 2089 1420"> <tr> <td data-bbox="728 1348 1724 1420">2. Результаты определения относительного СКО</td> <td data-bbox="1724 1348 2089 1420">Ca</td> </tr> </table>	Средство измерений	стандартный образец состава руды железной сидеритовой Р96, аттестованное содержание CaO 2,55 %, абсолютная погрешность аттестованного значения 0,03 % (P=0,95)	2. Результаты определения относительного СКО	Ca
Средство измерений	стандартный образец состава руды железной сидеритовой Р96, аттестованное содержание CaO 2,55 %, абсолютная погрешность аттестованного значения 0,03 % (P=0,95)					
2. Результаты определения относительного СКО	Ca					

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства				
		п	Массовая доля, %	среднее значение массовой доли, %	относительное СКО, %	допустимое значение СКО, %
		1	2,55			
		2	2,54			
		3	2,49			
		4	2,60			
		5	2,56			
		6	2,57			
		7	2,50			
		8	2,49			
		9	2,55			
		10	2,55			
		Заключение				

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Современные физико-химические методы исследования и анализа» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме;

- выполнения и защиты лабораторных работ;
- зачета с оценкой.

Критерии оценивания лабораторных работ: «зачтено», «не зачтено».

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам к зачету.

**Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:**

– на оценку «отлично» (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку «удовлетворительно» (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.