

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**Димитровградский инженерно-технологический институт –**  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(ДИТИ НИЯУ МИФИ)**



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Спектральные методы анализа»**

**Специальность** 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики

**Квалификация выпускника** инженер

**Специализация** Химическая технология материалов ядерного топливного цикла

**Форма обучения** очная

**Выпускающая кафедра** Радиохимии

**Кафедра-разработчик рабочей программы** Радиохимии

Семестр	Трудоемкость час. (ЗЕТ)	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз., час./зачет)
А	72 (2)	18	-	18	36	
<b>Итого</b>	<b>72 (3)</b>	<b>18</b>	<b>-</b>	<b>18</b>	<b>36</b>	<b>зачет</b>

Димитровград  
2021 г.

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29.12.2012г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», Образовательного стандарта высшего образования, самостоятельно установленного НИЯУ МИФИ (далее – Образовательный стандарт (или ОС) НИЯУ МИФИ), по специальности 18.05.02. Химическая технология материалов современной энергетики), утвержденного Ученым советом университета (протокол № 18/03 от 31.05.2018 г., актуализировано Ученым советом университета (протокол № 21/11 от 27.07.2021 г.)), учебного плана ДИТИ НИЯУ МИФИ.

Составители рабочей программы

Доцент кафедры радиохимии,

к.х.н.

(должность, ученое звание, степень)



(подпись)

К.В. Ротманов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

протокол № 6 от 25.03.2021г.

Зав. кафедрой-разработчика

«25» 03 2021г.



(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. выпускающей кафедрой

«01» 04 2021г.



(подпись)

А.А. Лизин

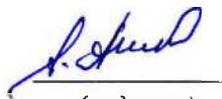
(Ф.И.О.)

Руководитель ООП,

Лизин А.А., к.х.н.,

и.о. зав. кафедрой радиохимии

«01» 04 2021г.



(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	4
3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	9
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	14
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ) .....	14
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	17
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....	19

## 1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цели** освоения дисциплины:

Формирование у обучающихся углубленных профессиональных знаний в области спектральных методов анализа неорганических веществ при решении производственных и исследовательских задач.

**Задачи:**

- изучение характеристик важнейших спектральных методов, используемых для анализа неорганических веществ;
- изучение закономерностей физико-химических процессов, приводящих к формированию аналитических сигналов;
- освоение принципа действия приборов, используемых в физико-химическом анализе;
- освоение приемов работы с наиболее распространенными приборами;
- формирование навыков выбора аналитического оборудования, исходя из возможностей метода и конкретного прибора, а также материального уровня лаборатории для решения научно-исследовательских задач.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Спектральные методы анализа» направлен на формирование следующих компетенций и индикаторов их достижения в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ и ООП ВО по специальности.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются:

- знание основных понятий физики состояния вещества, строение атома, твердого тела, понимать физические основы таких оптических явлений как дифракция, интерференция, рассеяние света.
- знание неорганической химии, аналитической химии, и физико-химических методов анализа.

## Профессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Задача профессиональной деятельности	Объект или область знания	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Основание (профессиональный стандарт, анализ опыта)  Обобщенные трудовые функции
<b>Тип задачи профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>				
<p>Разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности; – проведение экспериментальных исследований процессов, методов и подходов в области технологии материалов современной энергетики со всеми объектами, указанными в п.3.3; изучение изменения свойств материалов под действием интенсивных радиационных излучений различной природы; – создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики; – моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем; – анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; – составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы.</p>	<p>Оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях</p>	<p>ПК-1 Способен самостоятельно выполнять исследование с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей</p>	<p>З-ПК-1 Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условиях, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости. У-ПК-1 Уметь: проводить все основные промышленные и лабораторные исследования в области химической технологии материалов современной энергетики с использованием современной аппаратуры, проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику, грамотно осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать. В-ПК-1 Владеть: современными тенденциями постановки и планирования эксперимента, последними научными достижениями в области проведения промышленных и лабораторных исследований с использованием новейшей аппаратуры, современными методами обработки полученных результатов и математического аппарата</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий»</p> <p>В.7. Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению</p>

<p>Разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологически х процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности; – проведение экспериментальных исследований процессов, методов и подходов в области технологии материалов современной энергетики со всеми объектами, указанными в п.3.3; изучение изменения свойств материалов под действием интенсивных радиационных излучений различной природы; – создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики; – моделирование и оптимизация производственных установок и технологически х схем; – анализ научно- технической литературы и проведение патентного поиска; – составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы.</p>	<p>Оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях</p>	<p>ПК-2 Способен к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбирать методы и средства решения новых задач</p>	<p>3-ПК-2 Обладать: глубокими и полными теоретическими и практическими знаниями в вопросах разработки планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбора методов и средств решения новых задач У-ПК-2 Уметь: самостоятельно и технически грамотно обеспечивать разработку планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбор методов и средств решения новых задач В-ПК-2 Владеть: навыками критического анализа в вопросах разработки планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбора методов и средств решения новых задач</p>	<p>Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий» В.7. Выработка направлений прикладных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по совершенствованию ядерно-энергетических технологий и руководство деятельностью подчиненного персонала по их выполнению</p>
<p>Разработка планов, программ и методик проведения исследований материалов и технологических процессов, являющихся объектами профессиональной деятельности; – проведение экспериментальных исследований процессов, методов и подходов в</p>	<p>Оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; Методы обеспечения радиационной</p>	<p>ПК-3.2 Способен обеспечить безопасное проведение работ с использованием радиоактивных веществ, проводить радиометрические измерения, использовать современное аналитическое оборудование при проведении научных</p>	<p>3-ПК-3.2 Знать современные методы и методики проведения исследований и технические характеристики используемого научного оборудования, методы обработки, обобщения и анализа полученных экспериментальных данных при работе с радиоактивными и ядерными материалами. У-ПК-3.2 Уметь выбирать, использовать и разрабатывать методы исследований</p>	<p>В/01.7. Руководство и управление деятельностью персонала и обеспечение безопасного проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ</p>

<p>области технологии материалов современной энергетики со всеми объектами, указанными в п.3.3; – изучение изменения свойств материалов под действием интенсивных радиационных излучений различной природы; – создание теоретических моделей для прогнозирования свойств материалов современной энергетики; – моделирование и оптимизация производственных установок и технологических схем; – анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; – составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы.</p>	<p>безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов.</p>	<p>исследований и корректно обрабатывать экспериментальные данные</p>	<p>для решения фундаментальных и прикладных задач при работе с радиоактивными и ядерными материалами. В-ПК-3.2 Владеть информационной компетентностью, методами и методиками обработки результатов НИР при работе с радиоактивными и ядерными материалами, правильно оформляет отчеты, обзоры, публикации и заявки на результаты интеллектуальной деятельности.</p>	
--	---	---	---	--

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

*Знать:*

- физические и физико-химические законы, описывающие их процессы, которые приводят к формированию аналитического сигнала, особенности аналитических сигналов и способы их регистрации, понимать сущность аналитических операций;
- основные методы спектрального анализа.
- современные методы и методики проведения исследований и технические характеристики используемого научного оборудования, методы обработки, обобщения и анализа полученных экспериментальных данных при работе с радиоактивными и ядерными материалами.

*Уметь:*

- работать на наиболее распространенных аналитических приборах, выбирать метод анализа и прибор; проводить расчеты погрешности и правильности выполненных аналитических работ;
- использовать в профессиональной деятельности базовые знания и знания о возможностях спектральных методов анализа неорганических и радиоактивных веществ,
- выбирать, использовать и разрабатывать методы исследований для решения фундаментальных и прикладных задач при работе с радиоактивными и ядерными материалами.

*Владеть:*

- основами атомно-эмиссионного и масс-спектрального анализа неорганических и радиоактивных веществ;
- информационной компетентностью, методами и методиками обработки результатов НИР при работе с радиоактивными и ядерными материалами, правильно оформлять отчеты, обзоры, публикации и заявки на результаты интеллектуальной деятельности.

### 3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное и трудовое воспитание	Формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду ( <b>B14</b> )	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модулей для: <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования позитивного отношения к профессии инженера (технолога, химика-аналитика), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач;</li> <li>- формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости;</li> <li>- формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.</li> </ul>
Профессиональное	Формирование	Использование воспитательного

воспитание	ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	Формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские курсовые проекты. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.

#### 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Спектральные методы анализа» относится к вариативной части профессионального модуля учебного плана по специальности 18.05.02-Химическая технология материалов современной энергетики.

##### 4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Спектральные методы анализа» составляет 2 зачетных единиц (ЗЕТ), 72 академических часа.

Таблица 4.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр
		А
<b>Контактная работа с преподавателем</b> в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	2 (72)	2 (72)
– лекции	18	18
– лабораторные работы	18	18
<b>Самостоятельная работа обучающихся</b> в том числе:	36	36
– изучение теоретического курса	20	20
– реферат, эссе	16	16
<b>Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)</b>	Зачет	Зачет
<b>Итого по дисциплине</b>	72	72
<b>в том числе в форме практической подготовки</b>	1	1

Таблица 4.2 - Распределение учебной нагрузки по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, включая самостоятельную работу студентов, акад. часы								Формируемые индикаторы освоения компетенций
		Лекции	Практические занятия	в том числе в форме практической подготовки	Лабораторные работы	в том числе в форме практической подготовки	Самостоятельная работа	в том числе в форме практической подготовки	Всего часов	
1	История и предмет спектрального анализа	1	-	-	-	-	-	-	1	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1, З-ПК-2 У-ПК2 В-ПК-2, З-ПК-3.2 У-ПК-3.2 В-ПК-3.2
2	Взаимодействие между светом и веществом.	1	-	-	-	-	-	-	1	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1, З-ПК-2 У-ПК2 В-ПК-2, З-ПК-3.2 У-ПК-3.2 В-ПК-3.2
3	Спектроскопия в УФ – и видимой областях спектра	2	-	-	-	-	2	-	4	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1, З-ПК-2 У-ПК2 В-ПК-2, З-ПК-3.2 У-ПК-3.2 В-ПК-3.2
4	Атомно-абсорбционная спектроскопия	2	-	-	-	-	2	-	4	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1, З-ПК-2 У-ПК2 В-ПК-2, З-ПК-3.2 У-ПК-3.2 В-ПК-3.2
5	Атомно-эмиссионная спектрометрия	6	-	-	14	1	2	-	22	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1, З-ПК-2 У-ПК2 В-ПК-2, З-ПК-3.2 У-ПК-3.2 В-ПК-3.2
6	Масс-спектрометрия	4	-	-	4	-	4	-	12	З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1, З-ПК-2 У-ПК2 В-ПК-2, З-ПК-3.2 У-ПК-3.2

										<i>В-ПК-3.2</i>
7	Рентгенофлуоресцентный анализ	2	-	-	-	-	3	-	5	<i>З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1, З-ПК-2 У-ПК2 В-ПК-2, З-ПК-3.2 У-ПК-3.2 В-ПК-3.2</i>
8	Работа над рефератом	0	-	-	-	-	23	-	23	<i>З-ПК-1 У-ПК-1 В-ПК-1, З-ПК-2 У-ПК2 В-ПК-2, З-ПК-3.2 У-ПК-3.2 В-ПК-3.2</i>
	ИТОГО	18			18		36		72	

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 4.3 - Лекционный курс

№ лекции	Номер раздела	Тема лекции	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе с использованием интерактивных образовательных технологий
<b>А семестр</b>				
1	1	Исследования Ньютона и Фраунгофера, классификация спектров. Исследования Бунзена и Кирхгофа, законы спектроскопии Кирхгофа. Спектроскопический закон смещения. Предмет спектрального анализа, классификации методов, решаемые задачи, схема проведения.	1	0,5
2	2	Взаимодействие между светом и веществом. Внутренние и внешние взаимодействия. Абсорбционная и эмиссионная спектроскопия. Атомная и молекулярная спектроскопия. Условия возбуждения. Классификация областей спектра. Измерительные системы спектроскопии.	1	0,5
3	3	Спектроскопия в УФ – и видимой областях спектра. Принцип измерения. Источники света. Монохроматор, Детектор, Кюветы. Измерение спектра. Тонкая колебательная структура. Требования к современному спектрометру. Диодные матрицы в спектроскопии УФ- и видимой областей. Традиционный спектрофотометр. Однолучевые и двухлучевые приборы.	1	0,5
4	3	Методы спектрофотометрии. Чувствительность анализа. Определение концентрации по окраске. Многокомпонентный анализ. Диапазон измерений. Статистика данных измерения. Перспективы развития спектроскопии УФ- и видимой областей.	1	0,5
5	4	Атомно-абсорбционная спектроскопия. Историческая справка. Общая характеристика метода. Линейчатый спектр. Чувствительность и пределы обнаружения. Атомно-абсорбционный спектрометр.	1	0,5
6	4	Лампы с полым катодом. Процесс атомизации. Атомизация в пламени. Атомизация в графитовой трубчатой печи. Методика на основе гидридных соединений и холодных паров ртути. Помехи в атомно-абсорбционной спектроскопии. Критерии выбора подходящего способа атомно-абсорбционной спектроскопии. Оснащение лаборатории атомно-абсорбционной спектрометрии. Перспективы развития атомно-абсорбционной спектроскопии.	1	0,5
7	5	Атомно-эмиссионная спектроскопия. Теоретические основы	1	0,5

		метода. Индуктивно связанная плазма. СВЧ-индуцированная плазма.		
8	5	Дуга постоянного тока. Основные параметры плазмы дуги постоянного тока. Испарение пробы, атомизация вещества. Процессы в плазме дуги, влияющие на интенсивность спектральных линий. Метрологические характеристики дугового разряда постоянного тока.	1	0,5
9	5	Пламена. Структура пламени, температура и состав. Излучение пламен. Факторы, влияющие на парообразование и атомизацию вещества. Степень ионизации. Влияние состава пробы на атомизацию. Аналитическое применение пламен и метрологические характеристики.	1	0,5
10	5	Высокочастотная индуктивно-связанная аргоновая плазма. Состав атомно-эмиссионного спектрометра с ИСП. Оборудование для работы с ИСП.	1	0,5
11	5	Эмиссионные ИСП-спектрометры последовательного действия. Многоэлементный эмиссионный ИСП-спектрометр. Комбинированные ИСП-спектрометры одновременного и последовательного действия. ИСП-спектрометр с эшелле.	1	0,5
12	5	Проблемы многоэлементного определения. Световоды для ИСП-спектрометров. Наблюдение плазмы в осевом и радиальном направлении. Применение внутреннего стандарта. Помехи при оптической эмиссионной ИСП-спектрометрии. Стандартные растворы для атомно-эмиссионной спектрометрии. Анализ твердых образцов.	1	0,5
13	6	Масс-спектрометрия. Теоретические основы метода.	1	0,5
14	6	Природа масс-спектра. Образование ионов в масс-спектрометрии.	1	0,5
15	6	Масс-спектрометры. Квадрупольный масс-спектрометр. Магнитный масс-спектрометр. Времяпролетные масс-спектрометры. Сдвоенный (тандемный) масс-спектрометр.	1	0,5
16	6	Плазменная масс-спектрометрия. Техника и методика масс-спектрометрии с ИСП. ИСП в качестве ионного источника. Сопряжение масс-спектрометра с ИСП. Преимущества плазменной масс-спектрометрии. Полуколичественный анализ. Определяемые элементы. Аналитические ограничения. Резюме и перспективы развития масс-спектрометрии.	1	0,5
17	7	Понятие рентгеновской флуоресценции. Теоретические основы метода. Характеристические спектральные линии. Закон Мозли. Возбуждение. Поглощение рентгеновских лучей. Рентгеновская трубка. Рентгеновские спектрометры. Метод с дисперсией по длине волны. Метод с дисперсией по энергии. Применение в химико-аналитических целях. Резюме и перспективы развития рентгенофлуоресцентного анализа.	2	0,5
Итого:			18	9

Таблица 4.4 - Практические занятия учебным планом не предусмотрены.

Таблица 4.5 - Лабораторные работы

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, акад. часов	
			всего	в том числе в форме практической подготовки
<b>А семестр</b>				
1	5	Техника безопасности. Правила работы в лаборатории. Посуда, реактивы и оборудование.	1	
2	5	Изучение оптической схемы и программного обеспечения спектрофотометра СФ-56.	1	
3	5	Изучение оптической схемы и программного обеспечения атомно-эмиссионного спектрального комплекса с дуговым источником спектров на основе МАЭС.	1	
4	5	Изучение оптической схемы и программного обеспечения атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Optima 8300.	2	
5	5	Калибровка цифрового спектрографа по длинам волн (профилирование спектрального прибора)	1	
6	5	Приготовление образцов сравнения для построения калибровочных зависимостей в количественном спектральном анализе.	2	
7	5	Общий качественный анализ различных образцов. (Определение щелочных и щелочноземельных металлов, определение редкоземельных металлов).	6	1
8	6	Изучение устройства и программного обеспечения масс-спектрометра с индуктивно-связанной плазмой	4	
Итого:			<b>18</b>	<b>1</b>

Таблица 4.6 - Самостоятельная работа студента

№ п/п	Раздел дисциплины	Вид самостоятельной работы студента (СРС)	Трудоемкость, часов
<b>А семестр</b>			
1	3	Выполнение домашнего задания по теме: Теоретические основы ИК спектроскопии. Колебания и структура молекул. Качественный анализ. Классификация методов: анализ смеси органических веществ, идентификация индивидуального соединения, структурно-групповой анализ.	2
2	4	Выполнение домашнего задания по теме: Метод ААС с электротермическим способом атомизации пробы. Типы электротермических атомизаторов. Характеристики аналитических сигналов и их измерение. Механизмы испарения и атомизации пробы в графитовых печах. Аналитические характеристики.	2
3	5	Выполнение домашнего задания по теме: Диспергирующие элементы (призма, дифракционная решетка). Параметры спектральных приборов: дисперсия, разрешающая сила, светосила прибора. Монохроматоры и полихроматоры.	2
4	6	Выполнение домашнего задания по теме: Конструкция масс-спектрометров с индуктивно связанной плазмой. Объекты анализа в масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Интерференции в масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.	4
5	7	Выполнение домашнего задания по теме: Спектрометры с волновой дисперсией, спектрометры с энергетической дисперсией. Основные блоки приборов и условия проведения эксперимента.	3
9	8	Работа над рефератом по выбранной теме	23
ИТОГО:			<b>36</b>

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Спектральные методы анализа» используются различные методы обучения:

**Лекции:** традиционная информационная лекция, проблемная лекция, лекция-беседа, лекция-консультация, лекции с использованием слайд-презентаций.

Для контроля усвоения студентами разделов данного курса проводятся беседы во время чтения лекции, предлагаются проблемные задания, используются компьютерные и технические средства для улучшения восприятия изучаемого материала, для приобретения студентами новых теоретических и фактических знаний.

**Самостоятельная работа студентов** подразумевает проработку лекционного материала с использованием рекомендуемой литературы, подготовку индивидуальных домашних заданий, подготовку к контрольным работам, для выполнения которых необходимо использовать не только работу с предлагаемой литературой, но и поиск по базам данных химических соединений, работу в электронных библиотеках.

### **Лабораторные занятия.**

На лабораторных занятиях реализуется работа в команде, проблемное обучение и обучение на основе опыта за счёт ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 50 % аудиторных занятий.

Учебные часы дисциплины «Спектральные методы анализа» предусматривают классическую контактную работу преподавателя с обучающимся в аудитории и контактную работу посредством электронной информационно-образовательной среды в синхронном и асинхронном режиме (вне аудитории) посредством применения возможностей компьютерных технологий (электронная почта, тестирование, вебинар, видеофильм, презентация, форум и др.)

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний студентов ДИТИ НИЯУ МИФИ.

**Текущий контроль** знаний студентов производится еженедельно на лабораторных занятиях преподавателем, ведущим занятия по дисциплине в следующих формах:

- тестирование;
- письменные индивидуальные домашние задания;
- устные опросы
- защита лабораторных работ;
- лабораторные работы.

Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача тестов, отчетов по лабораторным работам и индивидуальных заданий.

Тесты используются как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций ПК-1, ПК-2 и ПК-3.2 в процессе освоения дисциплины.

Время выполнения одного варианта 10 мин.

Количество вопросов 10 в каждом варианте, всего 9 вариантов заданий.

Вариант №1

№1 Изучение связи адсорбат-подложка – основное применение методов:

1. электронной спектроскопии;
2. ионной спектроскопии;
3. десорбционной спектроскопии.

Ответ: десорбционной спектроскопии. (3)

№2 В каком из методов поток электронов не является первичным возбуждением:

1. электронной оже-спектроскопии;
2. дифракции медленных электронов;
3. рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии;

4. спектроскопии потенциала появления.

Ответ: рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии. (3)

№3 Какой из методов приготовления атомарно-чистых поверхностей применим только к монокристаллам:

продолжительный прогрев в сверхвысоком вакууме;

раскол кристалла в сверхвысоком вакууме;

бомбардировка ионами инертных газов с последующим отжигом; обработка поверхности в восстановительной атмосфере.

Ответ: раскол кристалла в сверхвысоком вакууме. (2)

№4 Для изучения атомарно-чистых поверхностей необходим вакуум:

1.  $10^{-6}$  торр;

2.  $10^{-7}$  торр;

3.  $10^{-9}$  торр.

Ответ:  $10^{-9}$  торр. (3)

№ 5 К методам электронной спектроскопии относят:

1. электронную оже-спектроскопию (ЭОС)

2. ионно-нейтрализационной спектроскопии (ИНС)

3. спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС)

Ответ: электронную оже-спектроскопию (ЭОС) (1)

№ 6 К методам ионной спектроскопии относят:

1. электронную оже-спектроскопию (ЭОС)

2. вторичной ионной масс-спектрометрии (ВИМС)

3. спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС)

Ответ: вторичной ионной масс-спектрометрии (ВИМС) (2)

№ 7 Сколько электронов необходимо для реализации оже-процесса:

1; 2; 3;

Ответ: 3. (3)

№ 8 Какие элементы нельзя определить методом электронной оже-спектроскопии:

H, H,

He, H,

He, Li

Ответ: H, He. (2)

№ 9 Оже-спектр – это зависимость интенсивности тока электронов от:

кинетической энергии;

энергии связи;

энергии пропускания анализатора;

атомного номера.

Ответ: кинетической энергии. (1)

№ 10 Какая компонента не учитывается в уравнении фотоэффекта:

кинетическая энергия вылетевшего электрона;

энергия связи электрона;

потенциал Моделунга.

Ответ: потенциал Моделунга. (3)

Устный опрос — метод контроля, реализуемый в виде беседы преподавателя с обучающимся по темам дисциплины «Спектральные методы анализа». Он используется как средство определения объема знаний обучающегося по определенному разделу дисциплины и как метод оценивания уровня сформированности у обучающихся компетенций ПК-1, ПК-2, ПК-3.2 в процессе освоения дисциплины.

Содержит 100 вопросов.

Форма опроса – индивидуальный и комбинированный.

Вопросы раздела 1. История и предмет спектрального анализа.

Опыты И. Ньютона по изучению природы света.

Опыты Фраунгофера.

Что такое спектр?

Привести классификация спектров.

Исследования Бунзена и Кирхгофа по изучению спектров отдельных элементов.

Приведете законы спектроскопии Кирхгофа.

Сформулировать спектроскопический закон смещения.

В чем заключается предмет спектрального анализа?

Привести классификацию методов спектрального анализа.

Какие явления, обусловленные корпускулярной природой света лежат в основе спектроскопических методов анализа?

Какие явления, обусловленные волновой природой света, лежат в основе оптических методов анализа?

Почему атомные спектры имеют линейчатый характер?

Количественный и качественные анализы, их характеристики.

Какие задачи решает спектральный анализ?

Лабораторная работа №1

«Техника безопасности. Правила работы в лаборатории. Посуда и оборудование».

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: проведение инструктажа по технике безопасности, изучение правил работы в аналитической лаборатории, изучение химической лабораторной посуды и приборов.

Содержание работы:

1. Инструктаж по ОТ.
2. Инструктаж по ЭБ.
3. Изучение правил работы в лаборатории аналитической химии.
4. Правила оказания первой медицинской помощи.
5. Посуда для приготовления и хранения растворов, измерения объёмов жидкостей: мерные стаканы, цилиндры, колбы, бюретки.
6. Посуда для проведения синтеза и перегонки: колбы круглодонные, грушевидные, колбы Вюрца, Фаворского, Клайзена.
7. Посуда для фильтрования (воронки, фильтры, колбы Бунзена), капельные и делительные воронки.
8. Составление отчёта по выполненной работе.

**Промежуточный контроль** производится 2 раза в семестр в форме:

- тестовые работы.

По результатам А семестра по дисциплине проходит в форме защиты реферативных письменных работ, включающего в себя ответ на теоретические вопросы.

**Рефераты по дисциплине «Спектральные методы анализа»**

Темы рефератов на выбор:

1. Инфракрасная спектроскопия отражения: принципы, методы и практическое применение.
2. Спектроскопия комбинационного рассеяния: принципы, оборудование и практическое применение.
3. Спектроскопия ядерного магнитного резонанса. Регистрация ЯМР-спектров, ЯМР-спектрометры, практическое применение.
4. Атомная абсорбция с атомизацией в пламени.
5. Атомная абсорбция с атомизацией в графитовой печи.
6. Спектрофотометрия и фотометрические реагенты, используемые в спектрофотометрии.
7. Лазерная абляция в спектральном анализе.
8. Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой.
9. Времяпролетная масс-спектрометрия.
10. Термоионизационная масс-спектрометрия - высокоточный метод определения изотопных отношений.
11. Спектральные помехи в атомно-эмиссионном спектральном анализе.
12. Спектральные помехи в масс-спектральном анализе.

Фонд оценочных средств, включающие типовые задания, устные опросы, тесты и методы контроля, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, приведен в Приложении 2.

## 7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 7.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Таблица 7.1 - Обеспечение дисциплины основной и дополнительной литературой по дисциплине

№ п/п	Автор	Название	Место издания	Наименование издательства	Год издания	Количество экземпляров
<b>Основная литература</b>						
1	Бёккер Ю.	Спектроскопия	Москва	Техносфера	2009	
2	В. И. Васильева, О. Ф. Стоянова, И. В. Шкутина, С. И. Карпов	Спектральные методы анализа. Практическое руководство: учебное пособие	Санкт-Петербург	Лань	2021	
3	А.А. Заглубский, А.Г. Рысь, Н.М. Цыганенко	Атомная оптическая спектроскопия	СПб.	СПб.	2007	
4	Шмидт В.	Оптическая спектроскопия для химиков и биологов	Москва	Техносфера	2007	
5	В.И. Барсуков	Начинающему аналитику-спектроскописту	Тамбов	Тамб. гос. техн. ун-та	2007.	
6	В.И. Луцик, А.Е. Соболев, Ю.В. Чурсанов.	Оптические и спектральные методы в лабораторном практикуме по физико-химическим методам анализа.	Тверь	ТГТУ	2007	

<b>Дополнительная литература</b>						
1	В.Н. Казин [и др.]	Физико-химические методы анализа: учебное пособие для вузов / под редакцией Е. М. Плисса	Москва	Юрайт	2022	
2	Вальков А.В.	Использование атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой для изучения процессов разделения химических элементов, применяемых в атомной энергетике: Лабораторный практикум.	Москва	МИФИ	2008. – 40 с.	
3	Кулакова И.И., Фёдорова О.А., Хорошутина А.В.	Методы оптической спектроскопии	Москва		2015	
4	«ВМК Оптоэлектроника»	АНАЛИЗАТОР МНОГОКАНАЛЬНЫЙ АТОМНО-ЭМИССИОННЫХ СПЕКТРОВ “МАЭС” Руководство пользователя ПО "АТОМ"	Новосибирск	Новосибирск	2014	

5	А.Р. Гарифзянов	Эмиссионная фотометрия пламени и атомно-абсорбционная спектроскопия: электронное учебное пособие для студентов 2 курса	Казань	Казан. гос. ун-т им. В.И. Ульянова-Ленина	2009	
6	Емельянова Ю. В.	Спектроскопические методы анализа в аналитической химии : практикум / Ю. В. Емельянова, М. В. Морозова, Е. С. Буянова ; [под общ. ред. Е. С. Буяновой];	Екатеринбург	Урал. федер. ун-т. Изд-во Урал. ун-та	2017	
7	Томпсон М, Уолш Д.	Руководство по спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой.	Москва	Недра	1983	

## 7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.icp-ms.ru>
2. <https://www.zldm.ru/jour>
3. <https://journals.urfu.ru/index.php/analitika>
4. <https://www.iskroline.ru/analysis/>
5. <http://www.spec-kniga.ru/obuchenie/laboratornaya-tehnika-himicheskogo-analiza/opticheskie-metody-analiza-spektralnyi-analiz.html>
6. <https://infopedia.su/15x1fbd.html>
7. <http://www.vmk.ru>
8. <https://e.lanbook.com/ds>

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	Научная электронная библиотека <a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>	Спектральные методы анализа
2	Электронно-библиотечная система Лань <a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	Спектральные методы анализа

## 7.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 7.3 – Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	Наименование
1	Windows 10 Pro
2	Microsoft Office
3	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17
4	Антиплагиат.ВУЗ

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/ п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Посадочных мест-26; площадь -40 кв.м.; Специализированная мебель: -учебная доска-1 шт., стол преподавательский-1 шт., стол студенческий-13, стулья -26 шт. Технические средства обучения: Шкаф вытяжной лабораторный-1шт.; стол-мойка лабор.-1 шт.; шкаф для хим.реактивов - 2 шт; стол антивибрационный СВ-8; универсальный дозиметр-радиометр МКС-АТ1315, Альфа спектрометр МКС-01А, Мультирад-АС»; гамма-бета спектрометр МКС-АТ 1315; дозаторы; весы аналитические ANG 200; центрифуга Uniyersal	Ульяновская обл., г. Димитровград, Западное шоссе д.9. АО «ГНЦ НИИАР» Промплощадка 1, здание 120, помещение 306, Базовая кафедра при АО «ГНЦ НИИАР».

## 9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется в соответствии с:

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (Приказ Минобрнауки РФ от 05.04.2017 № 301);
- Положением об организации обучения студентов-инвалидов и студентов с ограниченными возможностями здоровья в НИЯУ МИФИ, утвержденным 29.08.2017г.;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащённости образовательного процесса (утверждены заместителем Министра образования и науки РФ А.А. Климовым от 08.04.2014 № АК-44/05вн).

**Дополнения и изменения в рабочей программе  
дисциплины на 20\_\_/20\_\_ уч.г.**

Внесенные изменения на 20\_\_/20\_\_ учебный год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

1) .....

2) .....

*или делается отметка о нецелесообразности внесения каких-либо изменений на данный учебный год*

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры

---

*(дата, номер протокола заседания кафедры, подпись зав. кафедрой).*

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий выпускающей кафедрой

---

*наименование кафедры      личная подпись      расшифровка подписи      дата*

Руководитель ООП,

ученая степень, должность

---

*личная подпись      расшифровка подписи      дата*