

**Северский технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
**(СТИ НИЯУ МИФИ)**

**Кафедра «Химии и технологии материалов современной энергетики»**

ОДОБРЕНО  
Ученым советом СТИ НИЯУ МИФИ  
протокол № 5 от 28.06.2023

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ  
МАТЕРИАЛОВ СОВРЕМЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКИ**

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

**18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики**

НАИМЕНОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Химическая технология материалов ядерного топливного цикла**

Форма обучения: очная

Семестр	Трудоемкость, ЗЕ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практические занятия, час.	Лабораторные работы, час.	В форме практической подготовки / в интерактивной форме, час.	СРС, час.	Форма(ы) контроля (Э, З, ДифЗ, КР, КП)
9	4	144	16	16	0	0	112	Экз.
Итого	4	144	16	16	0	0	112	

## Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта НИЯУ МИФИ и рабочим учебным планом по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программы «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

В результате освоения дисциплины, у выпускника должны быть сформированы следующие результаты обучения (РО):

### 1) **знать:**

- 3.1 основы организации контроля продукции на предприятиях
- 3.2 методы опробирования материалов
- 3.3 основы статистической теории обработки результатов измерений
- 3.4 методы определения и расчета ошибок и погрешностей анализа
- 3.5 теоретические основы, основные законы, понятия, закономерности, практическое применение оптических методов анализа
- 3.6 теоретические основы, основные законы, понятия, закономерности, практическое применение электрохимических методов анализа

### 2) **уметь:**

- У.1 составить схему отбора представительной пробы
- У.2 выбрать оптимальный метод анализа пробы
- У.3 провести качественное или количественное определение содержания элемента в пробе
- У.4 провести статистическую обработку результатов аналитических определений, подготовить отчет

### 3) **владеть или быть в состоянии продемонстрировать:**

- В.1 способами подготовки пробы к анализу (вскрытие, отделение от примесей, перевод в необходимое соединение)
- В.2 методами проведения физико-химического анализа
- В.3 навыками работы с приборами физико-химического анализа
- В.4 методами обработки результатов анализа
- В.5 методами поиска информации из различных источников, в том числе в глобальных и локальных компьютерных сетях

## 1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» являются:

дать знания теоретических основ и практические навыки работы с приборами и методами контроля в производстве материалов современной энергетики

Дисциплина нацелена на подготовку специалистов к производственной работе и эксплуатации методов аналитического контроля в области технологических процессов для извлечения материалов ядерно-топливного цикла (ЯТЦ) атомной энергетики из природного и техногенного сырья, организации и осуществлению входного контроля сырья и материалов, а также контролю промежуточных и конечных продуктов производства предприятий ЯТЦ, научно-исследовательской работе в части проведения исследований в области технологии материалов ЯТЦ, поиску и анализу научной, научно-технической

информации, необходимой для выполнения конкретных технологических и исследовательских задач, составлению аналитических обзоров литературы.

Основными задачами дисциплины являются:

Формирование навыков, необходимых для контроля процессов получения и переработки материалов современной энергетики (в том числе урана, тория и плутония и их важнейших соединений)

Формирование навыков анализа проб неорганических веществ с использованием физико-химических методов анализа, обработки экспериментальных данных и составление отчета о полученных экспериментальных результатах

Формирование навыков поиска научной информации в области методов анализа радиоактивных элементов и контроля качества продукции в технологии материалов современной энергетики

## 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» (Б1.В.ОД.1.2) - Профессиональный модуль образовательной программы.

## 3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский</b>			
Анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; Составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы; Проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики	руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы	<b>ПК-1</b> Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей	<b>З-ПК-1</b> Знать: методики планирования эксперимента, стандартные методики проведения комплексных исследований в промышленных и лабораторных условия, методики обработки и обобщения полученных результатов, методики установления адекватности и анализ исследуемой математической зависимости <b>У-ПК-1</b> 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 <b>В-ПК-1</b> Владеть: современными

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов		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
Анализ научно-технической литературы и проведение патентного поиска; Составление научно-технических отчетов и аналитических обзоров литературы; Проведение экспериментальных исследований в области технологии материалов современной энергетики	руды, концентраты и вторичное сырье, содержащие уран, цирконий, радиоактивные элементы, редкие металлы ядерного назначения, их химические соединения и материалы на их основе; природное и техногенное сырье, содержащее изотопы легких элементов; технологические процессы их извлечения, концентрирования и очистки; оборудование, приборы и методы обеспечения аналитического контроля проведения этих процессов в лабораторных и промышленных условиях; технологические процессы обращения с ОЯТ и РАО и методы	<b>ПК-2.1</b> Способен работать на сложном научном аналитическом оборудовании в области своей профессиональной деятельности	<b>З-ПК-2.1</b> Знать: возможности и ограничения применения современных физических и физико-химических методов анализа сложных химических объектов <b>У-ПК-2.1</b> Уметь: анализировать химические вещества и объекты и контролировать протекание процессов серийном и сложном научном оборудовании <b>В-ПК-2.1</b> Владеть: теоретическими основами и практическими навыками работы на сложном аналитическом оборудовании (хроматографы, спектрофотометры, масс-спектрометры, ИК-Фурье спектрометры, термоанализаторы, РФА, ИСП АЭС, альфа, гамма спектрометры)

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
	обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов		

#### 4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики» отражен в Рабочей программе воспитания в Северском технологическом институте – филиале федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (<http://www.ssti.ru/education.html>/Информация по образовательным программам).

#### 5 Структура и содержание учебной дисциплины

##### 5.1 Основные разделы дисциплины, трудоемкость и виды учебной работы

Настоящая рабочая программа составлена для формы обучения «очная» по специальности 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», образовательной программе «Химическая технология материалов ядерного топливного цикла».

Общая трудоемкость дисциплины составляет в **зачетных единицах – 4, 144 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 9**.

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

– **раздел 1** – «Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики»

– **раздел 2** – «Характеристика отдельных методов по группам»

Трудоемкость, формы и график контроля по разделам дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Трудоемкость, формы и график контроля отдельных разделов дисциплины

№	Наименование раздела	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час				Аттестационные мероприятия		Макс. балл за раздел
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. работы	Самост. работа	Текущий контроль (нед/форма)	Аттестация раздела (нед/форма)	
<b>9 семестр (18 недель)</b>								
1	Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики	6	6		30	1/Дск1, 3/Дск2, 5/Отч1	5/Кл1, 5/Кл2	26
2	Характеристика отдельных методов по группам	10	10		46	7/Дск3, 9/Дск4, 11/Отч2, 15/Отч3	15/Кл3, 15/Кл4	34
	Экзамен				36			40
<b>Итого за 9 семестр:</b>		16	16		112			100

В таблице 2 представлено соответствие содержания каждого раздела и результатов обучения, что позволяет оценить их вклад в достижение целей курса.

Таблица 2 – Соответствие содержания требуемым результатам обучения

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Номера разделов	Аттестационные мероприятия
– 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 ( <b>З-ПК-1</b> )	1, 2	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
– 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 ( <b>У-ПК-1</b> )	1, 2	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
– 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 ( <b>В-ПК-1</b> )	1, 2	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)

– Знать: возможности и ограничения применения современных физических и физико-химических методов анализа сложных химических объектов ( <b>З-ПК-2.1</b> )	1, 2	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
– Уметь: анализировать химические вещества и объекты и контролировать протекание процессов серийном и сложном научном оборудовании ( <b>У-ПК-2.1</b> )	1, 2	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
– Владеть: теоретическими основами и практическими навыками работы на сложном аналитическом оборудовании (хроматографы, спектрофотометры, масс-спектрометры, ИК-Фурье спектрометры, термоанализаторы, РФА, ИСП АЭС, альфа, гамма спектрометры) ( <b>В-ПК-2.1</b> )	1, 2	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)

## 5.2 Содержание лекционного курса дисциплины

Содержание лекционного курса дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 3 – Содержание и трудоемкость лекционного курса по разделам в целом по дисциплине

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики</b>	
<b>1.1 Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики.</b> Предмет и задачи курса. Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики. Заводские лаборатории и их задачи. Классификация (производственная и научно-методическая) методов контроля. Классификация физико-химических методов анализа	3
<b>1.2 Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики.</b> Пробоотбор твердых, жидких, газообразных материалов. Пробоподготовка. Методы вскрытия проб: «мокрые» способы разложения, «сухие» способы разложения, специальные способы разложения. Погрешности количественного анализа. Статистическая обработка результатов измерений. Представление результатов анализа. Аналитический сигнал и методы определения концентрации. Чувствительность, точность, избирательность методов анализа Рациональный выбор метода исследования для конкретных физико-химических задач Корреляции результатов, полученных различными физическими методами исследования	3
<i>Итого по разделу 1:</i>	<b>6</b>

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 2 Характеристика отдельных методов по группам</b>	
<b>2.1 Применение и классификация физических методов исследования в химии.</b> Электронные явления в твердых телах. Исследование строения атомов и молекул. Аналитические возможности физических методов исследования в неорганической химии. Сравнительная характеристика физических методов исследования	2
<b>2.2 Метод радиоиндикаторов.</b> Активационный анализ. Классификация ядерных методов исследования. Особенности поведения радиоактивных веществ	2
<b>2.3 Общая характеристика методов.</b> Рентгеновская спектроскопия. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеноспектральный и флуоресцентный анализ. РФЭС и Оже-спектроскопия. ЭСХА, EXAFS	2
<b>2.4 Колебательная спектроскопия.</b> Типы колебаний атомов и молекул. ИК-спектроскопия. КР-, МВ-спектроскопия, Фурье-спектроскопия. Масс-спектроскопия. Схема получения масс-спектра. Классификация масс-спектрометров ВИМС, ХМС	2
<b>2.5 Атомно-абсорбционная спектроскопия.</b> Теоритические основы спектрального анализа. Способы атомизации. ИСП ААС. Резонансные методы исследования Ядерный магнитный резонанс. Схема основных частей ЯМР-спектрометра. Применение ЯМР в химии Электронный парамагнитный резонанс. Схема ЭПР-спектрометра. Расшифровка ЭПР-спектров Месс-бауэровская спектроскопия Квадрупольный резонанс. Квадрупольный эффект. ЯКР Фурье-спектроскопия резонансных методов исследования	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	<i>10</i>
<b>Всего по теоретическому разделу дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.3 Содержание лабораторного практикума

Лабораторный практикум в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрен.

### 5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<b>Раздел 1 Принципиальные основы организации контроля производств материалов современной энергетики</b>	
<b>1.1 Семинар 1. Особоочищенные вещества и метод радиоиндикаторов.</b> Применение ОСЧ веществ в ПМСЭ. Классификация ОСЧ веществ. Теоретические основы методов радиоиндикаторов. Радиометрия. Нейтронно-активационный анализ	2
<b>1.2 Семинар 2. Анализ газообразных образцов.</b> Масс-спектрометрия. Схема получения масс-спектра. Классификация масс-спектрометров. ВИМС, ХМС	2
<b>1.3 Рентгенофазовый анализ нанопорошков.</b> Анализ нанопорошков на рентгеновской установке	2
<i>Итого по разделу 1:</i>	6
<b>Раздел 2 Характеристика отдельных методов по группам</b>	
<b>2.1 Семинар 3. Анализ жидких образцов.</b> Рентгеновская спектроскопия. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Рентгеноспектральный и флуоресцентный анализ. РФЭС и Оже-спектроскопия. ЭСХА, EXAFS Атомно-абсорбционная спектроскопия. Теоритические основы спектрального анализа. Способы атомизации. ИСП ААС	2
<b>2.2 Семинар 4. Анализ твердых образцов.</b> Резонансные методы исследования. Ядерный магнитный резонанс. Схема основных частей ЯМР-спектрометра. Применение ЯМР в химии Электронный парамагнитный резонанс. Схема ЭПР-спектрометра. Расшифровка ЭПР-спектров Мессбауэровская спектроскопия Квадрупольный резонанс. Квадрупольный эффект. ЯКР Фурье-спектроскопия резонансных методов исследования	2
<b>2.3 Масс-хроматографический анализ спиртосодержащих жидкостей по программе «Хроматэк Аналитик».</b> Проведение масс-хроматографического анализа	2
<b>2.4 Практическое занятие с посещением аналитических центров НИИ ОСТ СИБУРа, ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ, АЛ АО ОДЦ УГР.</b> Выездные занятие на базе исследовательского центра НИИ ОСТ СИБУРа , ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ, АЛ АО ОДЦ УГР	4
<i>Итого по разделу 2:</i>	10
<b>Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:</b>	<b>16</b>

### 5.5 Курсовое проектирование

Курсовая работа/проект в соответствии с рабочим учебным планом не предусмотрены.

## 6 Образовательные технологии

При проведении лекций используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Игра, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Методы проблемного обучения, Исследовательский метод.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Case-study, Исследовательский метод.

## 7 Аннотация фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения:

Компетенция	Индикаторы освоения	Аттестационные мероприятия
ПК-1	З-ПК-1	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
ПК-1	У-ПК-1	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
ПК-1	В-ПК-1	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
ПК-2.1	З-ПК-2.1	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
ПК-2.1	У-ПК-2.1	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)
ПК-2.1	В-ПК-2.1	Дск1, Дск2, Отч1, Кл1, Кл2, Дск3, Дск4, Отч2, Отч3, Кл3, Кл4, Экзамен (9 сем.)

**Шкалы оценки образовательных достижений.** Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего (**60 баллов**) и промежуточного контроля (**40 баллов**). Для допуска к промежуточному контролю по дисциплине студенту в течение календарного модуля необходимо набрать не менее 60% баллов при условии сдачи **всех** дисциплинарных разделов. Раздел считается сданным, если выполнены все виды контроля и набрано по ним не менее 60 % баллов от максимального по разделу.

В соответствии с учебным планом промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме Экзамена.

### Аттестация в 9 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
<b>Текущая аттестация</b>			
Дск1	Дискуссия	3	1.8
Дск2	Дискуссия	3	1.8
Отч1	Отчет или раздел(ы) отчета (по практике, НИР, УИР)	10	6
Кл1	Коллоквиум	5	3
Кл2	Коллоквиум	5	3
Дск3	Дискуссия	3	1.8
Дск4	Дискуссия	3	1.8
Отч2	Отчет или раздел(ы) отчета (по практике, НИР, УИР)	10	6

Отч3	Отчет или раздел(ы) отчета (по практике, НИР, УИР)	8	4.8
Кл3	Коллоквиум	5	3
Кл4	Коллоквиум	5	3
<b>Сумма:</b>		<b>60</b>	<b>36</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>			
Экзамен		<b>40</b>	<b>24</b>
<b>Итого:</b>		<b>100</b>	<b>60</b>

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

Сумма баллов по дисциплине	100–90	89–85	84–75	74–70	69–65	64–60	ниже 60
Оценка (ECTS)	A	B	C	D		E	F
Оценка по 4-х бальной шкале	отлично (отл.)	хорошо (хор.)			удовлетворительно (удовл.)		неудовлетворительно (неуд.)
Зачет	Зачтено						Не зачтено

Оценка *«отлично»* выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.

Оценка *«хорошо»* выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка *«неудовлетворительно»* ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

#### Вопросы для Экзамена (9 семестр):

- 1 Источники возбуждения и общая характеристика электромагнитного излучения.
- 2 Характеристика основных частей рентгеноспектральной установки.
- 3 Общая характеристика рентгеновского метода анализа.
- 4 Объясните устройство рентгеновской пушки и электронной трубки.
- 5 Общая характеристика рентгеновских спектров.
- 6 Общие правила обозначения спектральных линий
- 7 Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом.
- 8 Первичное и вторичное рентгеновское излучение.
- 9 Рентгеновский фотоэффект.
- 10 Оже-эффект, Оже-электрон.
- 11 Флюоресценция.
- 12 Отличительные особенности микрорентгеноспектрального анализатора САМЕСА.
- 13 Сравните возможности российских и американских рентгеновских спектрометров.
- 14 Преимущества и недостатки ЭСХА
- 15 Пробоподготовка и автоматизация проведения количественного анализа на спектрометре «Спектроскан».
- 16 Происхождение ИК-спектров и типы колебаний.

- 17 Принципиальная схема однолучевого ИК-спектрометра.
- 18 Сравнительная характеристика одно- и двухлучевых ИК-спектрометров.
- 19 Принципиальная схема Фурье-спектрометров и их преимущества
- 20 Сравнительная характеристика различных модификаций ИК-спектров.
- 21 Сравнение возможностей зарубежных и российских ИК-спектрометров.
- 22 Перечислите преимущества и недостатки масс-спектрометрии.
- 23 Изобразите блок-схему масс-спектрометра.
- 24 Что такое разрешение масс-спектрометров, и как оно определяется.
- 25 Приведите сравнительную характеристику разных вариантов масс-спектрометрии.
- 26 Опишите получение масс-спектров.
- 27 Расскажите о применении послонного анализа ВИМС .
- 28 Интерпретация масс-спектров.
- 29 Приведите все известные вам типы масс-спектрометров.
- 30 Расскажите о двух основных задачах, решаемых при интерпретации масс-спектров.
- 31 Перечислите способы разделения ионов.
- 32 Расскажите о послонном анализе ВИМС.
- 33 Область применения масс-спектрометрии.
- 34 Опишите основные характеристики установок ВИМС-1, ВИМС-2.
- 35 Дайте определение и перечислите основные варианты метода атомно-абсорбционного анализа.
- 36 Перечислите основные достоинства и недостатки ААС.
- 37 Перечислите основные части ААС ,укажите их предназначение.
- 38 Изобразите типичную схему АА-спектрометра с горелкой.
- 39 Применение метода ВС в атомно-абсорбционном анализе.
- 40 Область применения ААС
- 41 Общая характеристика ИСП ААС..
- 42 Аналитические возможности различных вариантов ААС
- 43 Понятие спина ядра и спинового квантового числа ядра?
- 44 Поясните термины: “эквивалентные ядра”, ”ядерная релаксация”.
- 45 Область применения ЭПР в химии.
- 46 Изобразите блок – схему мессбауэровского спектрометра.
- 47 Опишите основные части ЯМР – спектрометра.
- 48 Понятие g – фактора Ланде.
- 49 Резонансное испускание в мессбауэровской спектроскопии.
- 50 Охарактеризуйте в кратком виде ЯМР – спектры.
- 51 Каковы особенности их происхождения?
- 52 Появление мультиплетности структуры в ЭПР – спектрах.
- 53 Типы мультиплетных структур.
- 54 Каковы особенности фурье – ЯМР – спектроскопии?
- 55 Преимущества ТМС в качестве эталона в ЯМР – спектрах.
- 56 Сравните блок – схемы ЯМР - и ЭПР – спектрометров.
- 57 Ядерный квадрупольный резонанс.В чем заключается его суть?
- 58 Взаимное влияние ядер в спектре ЯМР. Каковы последствия этого влияния?
- 59 Изобразите блок – схему ЭПР – спектрометра.
- 60 Общий подход к интерпретации мессбауэровских спектров.
- 61 Охарактеризуйте в общем виде явление ядерного магнитного резонанса.
- 62 От чего зависят ширина линии и ее положение в спектре ЭПР?
- 63 Опишите блок – схему мессбауэровского спектрометра.
- 64 Изобразите блок – схему ЭПР – спектрометра.
- 65 Химические сдвиги в спектрах ЯМР
- 66 Объясните происхождение ЭПР – спектров.

- 67 Что такое “ $\delta$  – шкала”. Каково значение эталона в ЯМР – спектрах?  
 68 Область применения ЭПР в химии.  
 69 Тонкая и сверхтонкая мультиплетные структуры в ЭПР – спектрах.  
 70 Фурье – спектроскопия в резонансных методах.  
 71 Охарактеризуйте в общем виде ядерный квадрупольный резонанс (ЯКР).

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

Л1.1 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник / под ред. А. А. Ищенко - М.: Академия, 2014Т. 1: Т. 1 / Ю. М. Голубков [и др.] - 351, [1] с.

Л1.2 Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник / под ред. А. А. Ищенко - М.: Академия, 2014Т. 2.: Т. 2 / Н. В. Алов [и др.] - 416 с.

Л1.3 Аналитическая химия: в 3 томах / под ред. Л. Н. Москвина - М.: Академия, 2008-2010Т. 1: Методы идентификации и определения веществ: Т. 1: Методы идентификации и определения веществ - 576 с.

Л1.4 Аналитическая химия: в 3 томах / под ред. Л. Н. Москвина - М.: Академия, 2008-2010Т. 2: Методы разделения веществ и гибридные методы анализа: Т. 2: Методы разделения веществ и гибридные методы анализа - 304 с.

Л1.5 Аналитическая химия: в 3 томах / под ред. Л. Н. Москвина - М.: Академия, 2008-2010Т. 3: Химический анализ: Т. 3: Химический анализ / И. Г. Зенкевич [и др.] - 364, [4] с.

Л1.6 Сваровский А. Я. Технология и оборудование обезвреживания жидких радиоактивных отходов: учебное пособие для вузов / А. Я. Сваровский, М. Н. Стриханов, А. Н. Жиганов; Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ" - М.: НИЯУ МИФИ, 2012 - 499, [1] с.

### **8.2 Дополнительная литература**

Л2.1 Бекман И. Н. Неорганическая химия. Радиоактивные элементы [Текст]: учебник для бакалавриата и магистратуры / И. Н. Бекман - Москва: Юрайт, 2017 - 399 с.

Л2.2 Бекман И. Н. Неорганическая химия. Радиоактивные элементы: Учебник для вузов / Бекман И. Н. - Москва: Юрайт, 2021 - 399 с

Л2.3 Ташлыков О. Л. Ядерные технологии [Текст]: учебное пособие для вузов / О. Л. Ташлыков; под ред. С. Е. Шеклеина - Москва: Юрайт, 2017 - 198 с.

Л2.4 Ташлыков О. Л. Ядерные технологии: Учебное пособие Для вузов / Ташлыков О. Л. ; под науч. ред. Шеклеина С.Е. - Москва: Юрайт, 2018 - 198 с

Л2.5 Ожерельев О. А. Обработка результатов масс- спектрометрического и термического анализа по рабочим программам: учебно-методическое пособие / О. А. Ожерельев, М. Е. Калаев , С. Л. Новикова; О. А. Ожерельев, М. Е. Калаев , С. Л. Новикова - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2022 - 47 с.

### **8.3 Информационно-образовательные ресурсы**

Э1 Сайт «Аналитическая химия»: <http://www.novedu.ru/>

Э2 Портал аналитической химии. Методики, рекомендации, справочники: <http://www.chemical-analysis.ru/>

Э3 Сайт о российской аналитической химии в Интернете «Аналитическая химия в России»: <http://www.rusanalytchem.org/>

Э4 Основные учебники, практикумы и справочники по химии: <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html/>

Э5 Портал фундаментального химического образования России Chemnet: <http://www.chem.msu.su/>

Э6 Сайт электронных учебников и пособий по химии:  
<http://www.rushim.ru/books/books.htm/>  
Э7 Электронная библиотека сайта "Chemnet" МГУ по химии:  
<http://www.chem.msu.su/rus/elibrary/>  
Э8 Образовательный сервер ХимХелп - полный курс химии: [www.himhelp.ru/](http://www.himhelp.ru/)  
Э9 Образовательные ресурсы Интернета по химии: [http://sc.adm-edu.spb.ru/vmk/Fiz\\_Mat/Him.pdf/](http://sc.adm-edu.spb.ru/vmk/Fiz_Mat/Him.pdf/)  
Э10 Основы теоретической химии. Неорганическая химия:  
<http://bobysh.ru/lection/himiya/>  
Э11 Основные учебники, практикумы и справочники по химии: <http://chemistry-chemists.com/Uchebniki.html>

## 9 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины приведено на сайте СТИ НИЯУ МИФИ <http://www.ssti.ru/objects.html>

## 10 Учебно-методические рекомендации для студентов

Самостоятельная работа студентов – это планируемая учебная и внеаудиторная работа студентов, выполняемая по заданию преподавателя и под его методическим руководством, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы студентов является приобретение новых знаний, систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов.

**Лекции.** Рекомендации по написанию конспекта лекций: кратко, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения: пометать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурис). Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на следующем занятии или консультации.

**Практические занятия.** Для подготовки к практическому занятию, необходимо повторить теоретический материал по теме с использованием лекций и рекомендуемой литературы.

На занятии желательно иметь конспект лекций (или учебник, учебное пособие), чтобы самостоятельно или с сокурсниками и преподавателем сориентироваться на каждую тему решаемой задачи, поставленной проблемы и пр.

При решении задач:

1) нужно обосновать каждый этап решения, исходя из теоретических положений дисциплины. Если студент видит несколько путей решения, то он должен сравнить их и выбрать из них самый лучший;

2) решения задач и примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных;

3) рисунки (графики) можно выполнять от руки, но аккуратно и в соответствии с данными условиями;

4) решение каждой задачи должно доводиться до ответа, требуемого условием, и по возможности в общем виде с выводом формулы. Полученный ответ следует проверять способами, вытекающими из существа данной задачи.

При обсуждении основных положений и выводов, объяснении явлений и фактов, ответа на поставленные вопросы:

1) вырабатываются умения и навыки использовать приобретенные знания для различного рода ораторской деятельности;

2) выступление должно строиться свободно, убедительно и аргументированно и не должно сводиться к простому воспроизведению текста, не допускается и простое чтение конспекта. Необходимо, чтобы выступающий проявлял собственное отношение к тому, о чем он говорит, высказывал свое личное мнение, понимание, обосновывал его и мог сделать правильные выводы из сказанного.

**Промежуточная аттестация.** Для подготовки к промежуточной аттестации студенту необходимо проработать конспекты лекционных и практических занятий, подготовить ответы к вопросам, выносимым на промежуточную аттестацию, при необходимости воспользоваться рекомендуемой литературой.

## **11 Учебно-методические рекомендации для преподавателей**

На лекционных, практических, занятиях студентам сообщаются новые сведения, систематизируется и обобщается накопленный запас знаний, формируются на этой основе познавательные и профессиональные интересы. Преподаватель, проводя занятия, должен стремиться увлечь студентов, активно воздействовать на их эмоции, вызвать интерес к учебному предмету, стремление постоянно пополнять знания.

Самостоятельная работа студентов по данному курсу

- Проработка лекционного материала
- Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части курса
- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (9 семестр)

В течение 9 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Экзамену по дисциплине. Студент на Экзамене должен показать знание программного материала, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагать, уметь тесно увязывать теорию с практикой, использовать в ответе материал рекомендуемой литературы.

\*\*\*

Автор(ы): О.А. Ожерельев