

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

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА

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)
5	3	108	32	8	0	0	68	Зач.
6	5	180	0	16	56	0	108	Экз.
Итого	8	288	32	24	56	0	176	

Аннотация

Рабочая программа дисциплины «Физико-химические методы анализа» 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 применяемые в настоящее время физико-химические методы анализа, для определения содержания тех или иных веществ в исследуемой системе;

3.2 природу и сущность явлений, процессов в различных химических системах, лежащих в основе физико-химических методов анализа;

3.3 специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа;

3.4 основы физико-химических методов качественного и количественного анализа;

3.5 характеристики приборов, применяемые в физико-химических методах анализа (чувствительность, экспрессность и т.д.);

3.6 основные положения учета погрешностей на всех стадиях выполнения анализа и расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик;

3.7 основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа.

2) **уметь:**

У.1 определять качественный и количественный составы многокомпонентной смеси и на основе выполненных анализов исследовать физико-химические процессы, протекающие в многокомпонентной системе;

У.2 в зависимости от поставленных задач выбрать грамотно тот или иной метод анализа,

У.3 использовать и применять при определении качественный, количественный анализ методов;

У.4 выполнять расчеты в необходимом объеме, обеспечивая заданную степень точности;

У.5 пользоваться литературными источниками, например монографиями, справочниками, периодическими изданиями (техническими и реферативными журналами), материалами конференций и другими источниками дополнительной информации;

У.6 осуществлять технический и технологический анализ определенного литературного источника;

У.7 на основе изученных литературных источников предлагать описанные в них технологические приемы для создания технологического процесса переработки определенных веществ;

У.8 общаться на профессиональную тему.

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

В.1 навыками приготовления растворов заданной концентрации различными способами;

В.2 навыками работы на различных аналитических установках и приборах;

В.3 навыками расчета результатов анализа;

В.4 навыками расчета метрологических характеристик результатов анализа;

В.5 навыками безопасной работы с химическими веществами, посудой, приборами и оборудованием.

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физико-химические методы анализа» являются:

- углубить и расширить знания, полученные студентами при изучении курсов общей, неорганической физической и коллоидной химии, изучение физико-химических (инструментальных) методов анализа, позволяющих выполнять на высоком научно-техническом уровне научно-исследовательские работы по химии и химической технологии,
- эффективно управлять химическим производством;
- своевременно получать необходимую исчерпывающую информацию об элементном, молекулярном и фазовом составе исследуемого вещества или материала, о свойствах получаемых продуктов, их строении, наличии примесей и т.п.

Основными задачами дисциплины являются:

подробное рассмотрение теоретических и практических вопросов, связанных с исследованием как качественного, так и количественного состава многокомпонентной смеси, а также из множества существующих методик и способов анализа выбирать наиболее подходящий для проведения каждого конкретного анализа.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физико-химические методы анализа» (Б1.Б.3.14) -
Общепрофессиональный модуль образовательной программы.

3 Формируемые компетенции и планируемые результаты обучения

Универсальные и общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	З-ОПК-1 Знать: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин У-ОПК-1 Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов В-ОПК-1 Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла
ОПК-2 Способен использовать современное технологическое и аналитическое оборудование в профессиональной и научно-исследовательской деятельности	З-ОПК-2 Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований У-ОПК-2 Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
	профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований В-ОПК-2 Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований
ОПК-3 Способен проводить научные исследования и анализ полученных результатов	З-ОПК-3 Знать: организационные принципы и основные этапы проведения научно-исследовательских работ У-ОПК-3 Уметь: проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику исследований и аналитическое оборудование, осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать его результаты В-ОПК-3 Владеть: навыками проведения научных исследований с использованием современного технологического и аналитического оборудования

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
тип задач профессиональной деятельности: научно-исследовательский			
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	ПК-1 Способен самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей	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

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
	обращения с ОЯТ и РАО и методы обеспечения радиационной безопасности и реабилитации территорий, связанные с использованием ядерных объектов		аппарата

4 Воспитательный потенциал учебной дисциплины

Воспитательный потенциал дисциплины «Физико-химические методы анализа» 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 – 8, 288 час.**, обучение по дисциплине проходит в **семестре 5, 6.**

Дисциплина (модуль) содержит **разделы:**

- **раздел 1** – «Аналитическая химия как наука»
- **раздел 2** – «Аналитические характеристики и статистические оценки»
- **раздел 3** – «Электрохимические методы анализа»
- **раздел 4** – «Оптические методы анализа»
- **раздел 5** – «Хроматографические методы анализа»
- **раздел 6** – «Электрохимические методы анализа»
- **раздел 7** – «Хроматографические методы анализа»
- **раздел 8** – «Оптические методы анализа»

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)	
5 семестр (18 недель)								
1	Аналитическая химия как наука	5			8		3/Т1	6
2	Аналитические характеристики и статистические оценки	3	6		21	10/Д31, 12/Д32, 14/Д33	14/Т2	18
3	Электрохимические методы анализа	9	2		20	16/Д34	16/Т3	13
4	Оптические методы анализа	9			13		13/Т4	8
5	Хроматографические методы анализа	6			6		16/ЗР1, 16/Т5	15
	Зачет							40
Итого за 5 семестр:		32	8		68			100
6 семестр (18 недель)								
6	Электрохимические методы анализа		4	28	33	2/ЛР1, 4/ЛР2, 6/ЛР3, 8/ЛР4, 9/ЛР5, 4/Д35	9/ЗР2	28
7	Хроматографические методы анализа		8	12	18	11/ЛР6, 12/ЛР7, 12/Д36	12/ЗР3	16
8	Оптические методы анализа		4	16	21	14/ЛР8, 15/ЛР9, 16/ЛР10, 16/Д37	16/ЗР4	16
	Экзамен				36			40
Итого за 6 семестр:			16	56	108			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: математический аппарат, физические и химические законы необходимые для решения профессиональных задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла, основные теоретические положения смежных естественнонаучных дисциплин (3-ОПК-1)	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Т2, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, Д35, ЗР2, ЛР6, ЛР7, Д36, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Д37, ЗР4, Экзамен (6 сем.)

<p>– Уметь: определять необходимость привлечения дополнительных знаний из специальных разделов математических и естественнонаучных дисциплин для решения профессиональных задач, применять полученные теоретические знания и математический аппарат для самостоятельного освоения специальных разделов математики и естественнонаучных дисциплин, необходимых в профессиональной деятельности, применять знания математики и естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов (У-ОПК-1)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p>	<p>Т1, ДЗ1, ДЗ2, ДЗ3, Т2, ДЗ4, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ДЗ5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ДЗ7, ЗР4, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Владеть: навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла (В-ОПК-1)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p>	<p>Т1, ДЗ2, ДЗ3, Т2, ДЗ4, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ДЗ5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ДЗ7, ЗР4, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Знать: современное технологическое и аналитическое оборудование применяемое в атомной отрасли, способы его использования при проведении научных исследований (З-ОПК-2)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p>	<p>ДЗ1, Т2, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ДЗ7, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Уметь: обоснованно выбирать технологическое и аналитическое оборудование для решения задач своей профессиональной деятельности; уметь анализировать полученные результаты научных исследований (У-ОПК-2)</p>	<p>2, 4, 5, 6, 7</p>	<p>Зачет (5 сем.), ЗР2, ДЗ6, ЗР3, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Владеть: навыками работы на современном технологическом и аналитическом оборудовании и проведения с его использованием научных исследований (В-ОПК-2)</p>	<p>1, 6, 7, 8</p>	<p>Т1, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЗР4, Экзамен (6 сем.)</p>
<p>– Знать: организационные принципы и основные этапы проведения научно-исследовательских работ (З-ОПК-3)</p>	<p>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8</p>	<p>Т1, ДЗ2, Т2, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Экзамен (6 сем.)</p>

– Уметь: проводить предварительную оценку методов исследований, выбирать оптимальную методику исследований и аналитическое оборудование, осуществлять исследование и самостоятельно обрабатывать его результаты (У-ОПК-3)	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8	ДЗ3, Т2, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ДЗ7, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
– Владеть: навыками проведения научных исследований с использованием современного технологического и аналитического оборудования (В-ОПК-3)	1, 2, 7, 8	Т1, ДЗ2, Т2, Зачет (5 сем.), ДЗ6, ЗР3, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
– 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 (З-ПК-1)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Т1, Т2, ДЗ4, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ДЗ5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЗР4, Экзамен (6 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 (У-ПК-1)	1, 5, 6, 7, 8	Т1, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ДЗ5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ДЗ7, ЗР4, Экзамен (6 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 (В-ПК-1)	1, 2, 6, 7	ДЗ1, Зачет (5 сем.), ДЗ5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, Экзамен (6 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
Раздел 1 Аналитическая химия как наука	
1.1 Введение в физико-химические методы анализа. Аналитический контроль.. Технический анализ Методы разделения и концентрирования Классификация методов анализа	3
1.2 Классификация методов анализа. Теория аналитического сигнала.. Схема анализа Пробоотбор и пробоподготовка. Теория аналитического сигнала.	2

Содержание разделов / тематика разделов	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<i>Итого по разделу 1:</i>	5
Раздел 2 Аналитические характеристики и статистические оценки	
2.1 Аналитические характеристики и статистические оценки . Виды погрешностей	3
<i>Итого по разделу 2:</i>	3
Раздел 3 Электрохимические методы анализа	
3.1 Электрохимические методы анализа. Теоретические основы метода..	3
3.2 Потенциометрические методы анализа Прямая и косвенная потенциометрия.. Уравнение Нернста. Электроды в потенциометрии. Инверсионно-вольтамперометрический метод анализа.	4
3.3 Инверсионно--вольтамперометрический метод анализа..	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	9
Раздел 4 Оптические методы анализа	
4.1 Оптические методы. Спектро-фотокolorиметрический метод анализ Основной закон светопоглощения. . Спектро-фотокolorиметрический метод анализ Закон Бугера-Ламберта. Основной закон светопоглощения (Бугера-Ламберта-Бера).	3
4.2 Понятие о спектре поглощения. Турбодиметрический и нефелометрический методы анализа..	3
4.3 Рентгено-флуоресцентный анализ.. Сущность рентгено-флуоресцентный анализа.	3
<i>Итого по разделу 4:</i>	9
Раздел 5 Хроматографические методы анализа	
5.1 Хроматографический метод анализа. Классификация хроматографических методов. . Колоночная, бумажная, тонкослойная хроматография	3
5.2 Качественный и количественный анализ в хроматографии. . Детекторы. Качественный и количественный анализ в хроматографии. Хроматограммы	3
<i>Итого по разделу 5:</i>	6
Всего по теоретическому разделу дисциплины:	32

5.3 Содержание лабораторного практикума

В таблице 4 представлено содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины.

Таблица 4 – Содержание и трудоемкость лабораторного практикума дисциплины

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 6 Электрохимические методы анализа	
6.1 Определение нитрат-ионов в питьевой (минеральной) воде методом потенциометрии с ионселективным электродом.	5

Перечень лабораторных работ по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
6.2 Определение содержания и константы ионизации ДИ2ЭГФК кислоты методом потенциометрического титрования.	6
6.3 Определение золота методом инверсионной-вольтамперометрического анализа.	6
6.4 Определение фтор-иона методом потенциометрического титрования.	6
6.5 Определение концентрации хлороводородной и борной кислот в смеси методом потенциометрического титрования.	5
<i>Итого по разделу 6:</i>	28
Раздел 7 Хроматографические методы анализа	
7.1 Определение смеси спиртов методом хроматографического анализа.	6
7.2 Определение смеси органических веществ в методом хроматографического анализа.	6
<i>Итого по разделу 7:</i>	12
Раздел 8 Оптические методы анализа	
8.1 Фотометрическое определение Cu(II), Fe(II),Ni(II) методом добавок .	6
8.2 Рентгено-флуоресцентное определение тяжелых металлов.	5
8.3 Турбидиметрическое определение сульфат-ионов в водных растворах.	5
<i>Итого по разделу 8:</i>	16
Всего по лабораторному практикуму дисциплины:	56

5.4 Тематика практических / семинарских занятий

Тематика практических / семинарских занятий и их трудоемкость представлена в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и трудоемкость практических / семинарских занятий

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
Раздел 2 Аналитические характеристики и статистические оценки	
2.1 Статистическая обработка результатов. . Статистическая обработка результатов.Выявление промахов при анализе.	2
2.2 Расчет погрешностей. .	2
2.3 Выявление промахов при анализе.. Выявление промахов при анализе.	2
<i>Итого по разделу 2:</i>	6
Раздел 3 Электрохимические методы анализа	
3.1 Решение задач по потенциометрическому методу.	2
<i>Итого по разделу 3:</i>	2
Раздел 6 Электрохимические методы анализа	
6.1 Решение задач по электрохимическим методам..	4
<i>Итого по разделу 6:</i>	4
Раздел 7 Хроматографические методы анализа	
7.1 Решение задач по хроматографии..	8

Перечень практических / семинарских занятий по разделам и их содержание	Трудоемкость разделов/тем, ауд. час
<i>Итого по разделу 7:</i>	8
Раздел 8 Оптические методы анализа	
8.1 Решение задач на оптические методы.	4
<i>Итого по разделу 8:</i>	4
Всего по практическим / семинарским занятиям дисциплины:	24

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, Поисковый метод.

При проведении лабораторных работ используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде, Обучение на основе опыта, Опережающая самостоятельная работа, Исследовательский метод.

При проведении практических занятий используются следующие образовательные технологии: IT-методы, Работа в команде.

Для организации самостоятельной работы используются следующие образовательные технологии: Методы проблемного обучения, Опережающая самостоятельная работа, Поисковый 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
ОПК-1	З-ОПК-1	Т2, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, Д35, ЗР2, ЛР6, ЛР7, Д36, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Д37, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
ОПК-1	У-ОПК-1	Т1, Д31, Д32, Д33, Т2, Д34, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, Д35, ЗР2, ЛР6, ЛР7, Д36, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Д37, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
ОПК-1	В-ОПК-1	Т1, Д32, Д33, Т2, Д34, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, Д35, ЗР2, ЛР6, ЛР7, Д36, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Д37, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
ОПК-2	З-ОПК-2	Д31, Т2, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, Д36, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Д37, Экзамен (6 сем.)
ОПК-2	У-ОПК-2	Зачет (5 сем.), ЗР2, Д36, ЗР3, Экзамен (6 сем.)

ОПК-2	В-ОПК-2	Т1, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
ОПК-3	З-ОПК-3	Т1, ДЗ2, Т2, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, Экзамен (6 сем.)
ОПК-3	У-ОПК-3	ДЗ3, Т2, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ДЗ7, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
ОПК-3	В-ОПК-3	Т1, ДЗ2, Т2, Зачет (5 сем.), ДЗ6, ЗР3, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
ПК-1	З-ПК-1	Т1, Т2, ДЗ4, Т3, Т4, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ЛР1, ЛР2, ЛР3, ЛР4, ЛР5, ДЗ5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ЛР8, ЛР9, ЛР10, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
ПК-1	У-ПК-1	Т1, ЗР1, Т5, Зачет (5 сем.), ДЗ5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, ДЗ7, ЗР4, Экзамен (6 сем.)
ПК-1	В-ПК-1	ДЗ1, Зачет (5 сем.), ДЗ5, ЗР2, ЛР6, ЛР7, ДЗ6, ЗР3, Экзамен (6 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 5 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
Т1	Тестирование	6	3.6
ДЗ1	Домашнее задание	4	2.4
ДЗ2	Домашнее задание	4	2.4
ДЗ3	Домашнее задание	4	2.4
Т2	Тестирование	6	3.6
ДЗ4	Домашнее задание	5	3
Т3	Тестирование	8	4.8
Т4	Тестирование	8	4.8
ЗР1	Зачетная работа	9	5.4
Т5	Тестирование	6	3.6
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Зачет		40	24
Итого:		100	60

Аттестация в 6 семестре:

Вид контроля	Наименование видов контроля	Максимальная положительная оценка в баллах	Минимальная положительная оценка в баллах
Текущая аттестация			
ЛР1	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР2	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР3	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР4	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР5	Лабораторная работа	4	2.4
ДЗ5	Домашнее задание	4	2.4
ЗР2	Зачетная работа	4	2.4
ЛР6	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР7	Лабораторная работа	4	2.4
ДЗ6	Домашнее задание	4	2.4
ЗР3	Зачетная работа	4	2.4
ЛР8	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР9	Лабораторная работа	4	2.4
ЛР10	Лабораторная работа	4	2.4
ДЗ7	Домашнее задание	2	1.2
ЗР4	Зачетная работа	2	1.2
Сумма:		60	36
Промежуточная аттестация			
Экзамен		40	24
Итого:		100	60

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 Зачета (5 семестр):

1 Технический анализ (общий, специальный). Скоростные и маркировочные анализы.

- 2 Классификация методов анализа (по объектам, по цели, качественный анализ, количественный, по массе пробы).
- 3 Стандартная схема процесса анализа. Методика анализа, метод анализа.
- 4 Методы разделения и концентрирования (абсолютное, относительное).
- 5 Типы анализа (скоростные, маркировочные и т.д). Классификация видов анализа (элементный, изотопный и т.д)
- 6 Основные приемы, используемые в физико-химических методах анализа. Аналитический сигнал. Фон, полезный сигнал.
- 7 Стандартные образцы. Градуировочный график. Метод добавок - расчетный и графический
- 8 Аналитические характеристики и статистические оценки. Виды погрешностей при измерениях
- 9 Классификация электрохимических методов анализа
- 10 Классификация электродов (электроды 1 рода, 2 рода, 3 рода)
- 11 Индикаторные электроды (требования к индикаторному электроду). Электрод с кристаллическими мембранами (фторселективный электрод)
- 12 Потенциометрия (прямая потенциометрия (ионометрия, потенциметрическое титрование, определение точки титрования (эквивалентности) виды потенциметрического титрования и т.д)
- 13 Электрод с жесткой матрицей (стеклянный электрод). Электроды сравнения
- 14 Сущность инверсионной вольтамперометрии.
- 15 Прямая потенциометрия. Пленочные электроды (нитрат- селективные электроды)

Вопросы для Экзамена (6 семестр):

- 1 Классификация хроматографических методов (по агрегатному состоянию фаз, по механизму взаимодействия сорбента и сорбата, по способу аппаратного оформления. по способу относительного перемещения).
- 2 Количественный, качественный хроматографический анализ, Методы расчета хроматограмм
- 3 Характеристика детекторов в хроматографии (теплопроводности, детектора по электропроводности и т.д)
- 4 Плоскостная (бумажная) хроматография. Метод свидетелей. Методы количественного хроматографического анализа на бумаге.
- 5 Природа электромагнитного излучения, источники возбуждения излучения (спектр поглощения, эмиссионный спектр)
- 6 Абсорбционный спектральный анализ (основные величины, характеризующие светопоглощение, закон Бугера-Ламберта, закон Бугера-Ламберта-Бера)
- 7 Турбидиметрический, нефелометрический анализ
- 8 Спектр поглощения (качественный анализ)
- 9 Определение концентрации в фотоэлектроколориметрии. Основные приемы фотометрических измерений. (метод градуировочного графика, метод добавок и т.д)
- 10 Сущность рентгено-флуоресцентного анализа

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

8.1 Основная литература

Л1.1 Власова Е. Г. Аналитическая химия: химические методы анализа [Электронный ресурс] / Власова Е. Г. - Москва: Лаборатория знаний, 2021 - 467 с.

Л1.2 Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: учебник / Харитонов Ю.Я. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014 - 656 с.

8.2 Дополнительная литература

Л2.1 Александрова Э. А. Аналитическая химия: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова - М.: Юрайт, 2014Кн. 1 : Химические методы анализа: Кн. 1 : Химические методы анализа; Текст - 552 с.

Л2.2 Александрова Э. А. Аналитическая химия: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова - М.: Юрайт, 2014Кн. 2 : Физико-химические методы анализа: Кн. 2 : Физико-химические методы анализа; Текст - 356 с.

Л2.3 Крешков А. П. Основы аналитической химии: Качественный и количественный анализ: учебник для вузов / А. П. Крешков - М.: Химия, 1970Кн. 2: Теоретические основы. Количественный анализ: Кн. 2: Теоретические основы. Количественный анализ - 456 с.

Л2.4 Крешков А. П. Основы аналитической химии: Качественный и количественный анализ: учебник для вузов / А. П. Крешков - М.: Химия, 1970Кн. 3. Физико-химические (инструментальные) методы анализа: Кн. 3: Физико-химические (инструментальные) методы анализа - 472 с.

Л2.5 Агеева Л. Д. Определение концентрации золота методом инверсионнойвольтамперометрии на вольтамперометрических анализаторах СТА и ТА-1 [Электронный ресурс]: методические указания / Л. Д. Агеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2015 - 33 с.

Л2.6 Агеева Л. Д. Потенциометрический метод анализа [Электронный ресурс]: методические указания / Л. Д. Агеева, Е. А. Зеличенко - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2019 - 47 с.

Л2.7 Агеева Л. Д. Турбидиметрическое определение соединений: методические указания [Электронный ресурс]: методические указания / Л. Д. Агеева; Л. Д. Агеева - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2013 - 23 с.

Л2.8 Агеева Л. Д. Хроматографическое определение органических веществ [Электронный ресурс]: методические указания / Л. Д. Агеева; Министерство образования и науки РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ) - Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2016 - 29 с.

Л2.9 Смолкина Т. В. Рентгено-флуоресцентный анализ: методические рекомендации / Т. В. Смолкина; Министерство науки и высшего образования РФ ФГАОУ ВО "Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, Кафедра химии и технологий материалов современной энергетики (ХиТМСЭ) - Северск: Издательство СТИ НИЯУ МИФИ, 2021 - 35 с.

8.3 Информационно-образовательные ресурсы

Э1 ЭБС издательства «Лань» <http://e.lanbook.com/> ЭБС НИЯУ МИФИ <http://library.mephi.ru/>

Э2 ЭБС IBOOKS <http://ibooks.ru/>

Э3 ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru/>

Э4 ЭБС "Консультант студента. Электронная библиотека технического вуза" <http://www.studentlibrary.ru/>

Э5 ЭБ elibrary (периодические издания) <http://www.elibrary.ru/>

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: помечать основные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь (тезаурус). 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. При этом студент может обращаться к записям конспекта и лекций, непосредственно к первоисточникам, использовать знание художественной литературы и искусства, факты и наблюдения современной жизни и т. д.

Лабораторные работы. Подготовка к лабораторной работе включает в себя работу с конспектом лекций, рекомендуемой литературой, подготовку ответов к контрольным вопросам для допуска к выполнению лабораторной работы, написание отчета.

Лабораторные занятия проводятся в специализированных лабораториях института.

Прежде чем начать занятия в данной лаборатории студент знакомится с правилами техники безопасности, о чем расписывается в журнале. В лабораториях кафедры запрещается находиться в верхней одежде. На рабочем столе должно находиться только необходимое оборудование и приборы для записей и расчетов. Запрещается класть на рабочий стол сумки, пакеты, шапки и другие посторонние предметы. Студент приступает к выполнению лабораторной работы только после ознакомления с описанием работы и подготовки к ней. Запрещается включать какие-либо приборы или без предварительной проверки их преподавателем или лаборантом. После окончания работы студент должен сдать лаборанту выданные принадлежности, привести в порядок рабочее место, получить отметку в журнале о выполнении работы, предъявив для этого полученные результаты преподавателю.

Не начинайте выполнение опыта пока не уясните себе полностью его цель, метод и не составите план проведения опыта. Так как время проведения опыта ограничено учебными часами, отведенными на него, то всю подготовку необходимо провести самостоятельно до занятий.

Для записи результатов измерения в отчете должны быть заранее подготовлены таблицы, включающие как сами измерения, так и их погрешности.

К следующему занятию студент готовит очередную работу и предъявляет отчет о работе, выполненной на предыдущем занятии. Работа считается окончательно сданной после защиты отчета. Студент должен оформить отчет по прилагаемой форме:

- 1) название работы;
- 2) цель работы;
- 3) краткие сведения из теории, схема установки и основные рабочие формулы;
- 4) результаты измерений, представленные в виде таблиц и графиков;
- 5) расчет искомой величины и ее значение;
- 6) расчет ошибки измерения;
- 7) окончательный результат, полученный после округления, с указанием абсолютной и относительной ошибок измерения;
- 8) выводы, заключение о достижении цели, поставленной данной работой, с анализом полученного результата.

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, лабораторных 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

- Подготовка к практическим занятиям, семинарам
- Проработка лекционного материала
- Подготовка к лабораторным работам
- Выполнение домашних заданий
- Выполнение индивидуальных заданий
- Оформление отчетов по лабораторным работам
- Подготовка к коллоквиуму
- Подготовка к промежуточному контролю: Зачет (5 семестр)

В течение 5 семестра осуществляется контроль знаний студентов: см. раздел 5.1.

По результатам аттестационных мероприятий формируется допуск студента к итоговому контролю – Зачету по дисциплине. Студент на Зачете 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.

– Подготовка к промежуточному контролю: Экзамен (6 семестр)

В течение 6 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): Л.Д. Агеева