

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
«Аналитическая химия»

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./зачет/кр)
3	180 (5)	17	17	34	76	Экз.
4	144 (4)	18	18	18	72	Экз.
Итого	324 (9)	35	35	52	148	

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

Ассистент

кафедры радиохимии

(должность, ученое звание, степень)


(подпись)

Д.Е. Тихонова

(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

радиохимии
протокол № 6 от 25.03.2024г.

Зав. кафедрой-разработчика

«25» 03 2024г.


(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

СОГЛАСОВАНО:

И.о. зав. выпускающей кафедрой

«01» 04 2024г.


(подпись)

А.А. Лизин

(Ф.И.О.)

Руководитель ООП,

Лизин А.А., к.х.н.,

и.о. зав. кафедрой радиохимии

«01» 04 2024г.


(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	5
4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	14
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ВХОДНОГО И ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ И ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (АННОТАЦИЯ)	15
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	19
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	20
9 ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	21

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: теоретическая и практическая подготовка студентов направления 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики в области аналитической химии.

Задачи освоения дисциплины:

- формирование у студентов системы теоретических понятий и категорий в области аналитической химии и ее прикладных аспектов;
- формирование навыков выполнения химического анализа;
- формирование навыков обработки полученных экспериментальных данных;
- формирование у студентов основных понятий, представлений и модулей, составляющих необходимую теоретическую базу для дальнейшей профессиональной подготовки инженеро-технологов.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

Универсальные компетенции и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения	УК
Системное и критическое мышление	УКЕ-1 Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	3-УКЕ-1 Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 Уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 Владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами	

Общепрофессиональные компетенции и индикаторы их достижения:

Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК
ОПК-1 Способен использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности	3-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

	<p>естественнонаучных дисциплин для анализа и обработки результатов химических экспериментов.</p> <p>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</p>
--	---

В результате изучения дисциплины студент специалитета должен:

Знать:

- основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- 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.

Уметь:

- использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи;
- 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.

Владеть:

- методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами;
- навыками использования теоретических основ базовых разделов математики и естественнонаучных дисциплин при решении задач в области химии и технологии ядерного топливного цикла.

3 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Экологическое воспитание	– формирование бережного отношения к природе и окружающей среде (B9)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного и общепрофессионального модулей: - развитие экологической культуры через учебные задания исследовательского характера, подготовку рефератов, докладов, презентаций, эссе, научно-образовательных проектов экологической направленности; - содействие развитию экологического мышления через изучение последствий влияния человека на окружающую среду.
Интеллектуальное воспитание	- формирование культуры умственного труда (B11)	Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модулей для формирования культуры умственного

		труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14)	Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модулей для: <ul style="list-style-type: none"> - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач; - 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; - формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов.

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина Аналитическая химия относится к базовой естественнонаучного модуля учебного плана по специальности 18.05.02 Химическая технология материалов современной энергетики.

4.1 Объем дисциплины

Общая трудоемкость (объем) Аналитическая химия составляет 9 зачетных единиц (ЗЕТ), 324 академических часа.

Таблица 4.1 Объем дисциплины по видам учебных занятий (в соответствии с учебным планом)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад. часов)	Семестр	
		3	4
Контактная работа с преподавателем в том числе:	122	68	54
– аудиторная по видам учебных занятий			
– лекции	35	17	18
– практические занятия	35	17	18
– лабораторные работы	52	34	18
Самостоятельная работа обучающихся в том числе:	148	76	72

– изучение теоретического курса	80	40	40
– расчетно-графические задания, задачи	68	36	32
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	54	36	18
Итого по дисциплине	324	180	144

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	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов	
3 семестр							
1	Введение. Предмет аналитической химии	1	0	0	3	4	3-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
2	Методы титриметрического анализа	1	0	0	3	4	3-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
3	Кислотно-основное титрование	2	3	14	10	25	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
4	Окислительно-восстановительное титрование	2	3	0	10	15	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
5	Перманганатометрическое титрование	1	1	4	8	14	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
6	Йодометрическое титрование	1	1	4	9	15	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
7	Осадительное титрование	2	3	6	10	21	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
8	Комплексонометрия. Комплексометрическое титрование	2	3	6	10	21	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
9	Сущность гравиметрического (весового) анализа	2	0	0	4	6	3-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
10	Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам	1	0	0	3	4	3-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
11	Расчёты в гравиметрическом анализе	2	3	0	6	11	3-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
Итого за 3 семестр:		17	17	34	76	144	
4 семестр							

1	Основы качественного анализа	3	0	3	10	16	3-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
2	Метрологические основы аналитической химии	2	0	0	12	14	3-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
3	Основные типы химических реакций и процессов, используемых в аналитической химии	3	4	3	10	20	3-УКЕ-1 У-УКЕ-1 В-УКЕ-1
4	Кислотно-основное равновесие	2	4	3	10	19	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
5	Комплексообразование	3	4	3	10	20	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
6	Окислительно-восстановительное равновесие	3	3	3	10	19	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
7	Равновесие в системе осадок-раствор	2	3	3	10	18	3-ОПК-1 У-ОПК-1 У-ОПК-1
Итого за 4 семестр:		18	18	18	72	126	
Итого:		35	35	52	148	270	

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
3 семестр				
1	1	Предмет аналитической химии Индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой. Основные этапы развития аналитической химии. Значение аналитической химии в науке, экономике и других сферах. Основные аналитические проблемы: снижение предела обнаружения; повышение точности и избирательности. Виды анализа: химические, физические и биологические. Современное состояние и тенденции развития аналитической химии.	1	1
2	2	Методы титриметрического анализа Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе. Приемы титрования: прямое и обратное, косвенное титрование. Способы выражения концентраций растворов в	1	1

		титриметрии. Эквивалент. Молярная масса эквивалента. Первичные стандарты, требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Виды кривых титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и конечная точка титрования.		
3	3	Кислотно-основное титрование Построение кривых титрования: сильной кислоты сильным основанием; слабой кислоты сильным основанием. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основное титрование в водных средах. Кислотно-основные индикаторы. Теория ионных окрасок Оствальда. Интервал перехода индикатора. Хромофорная теория индикаторов. Правило выбора индикаторов. Индикаторная ошибка титрования: водородная и гидроксидная.	2	2
4	4	Окислительно-восстановительное титрование Кривые титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования.	2	2
5	5	Перманганатометрическое титрование Рабочие растворы. Определение железа (II), марганца (II), оксалатов, пероксида водорода, нитритов.	1	1
6	6	Йодометрическое титрование Система йод-йодид как окислитель или восстановитель. Рабочие растворы. Индикаторы. Определение восстановителей. Определение окислителей.	1	1
7	7	Осадительное титрование Построение кривых титрования. Первичные и вторичные стандарты; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения.	2	2

8	8	Комплексонометрическое титрование Сущность комплексонометрического титрования. Титранты в комплексонометрии. Использование аминополикарбоновых кислот в комплексонометрии. Построение кривых титрования. Металлоиндикаторы и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие универсальные и специфические металлоиндикаторы. Способы комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное. Селективность титрования и способы ее повышения. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Определение кальция, магния, железа, алюминия.	2	2
9	9-11	Гравиметрический (весовой) метод анализа Сущность гравиметрического анализа, форма осаждения, гравиметрическая форма гравиметрический фактор; преимущества и недостатки метода. Прямые и косвенные методы определения. Важнейшие органические и неорганические осадители. Погрешности в гравиметрическом анализе. Общая схема определений. Требования, предъявляемые к осаждаемой и гравиметрической формам. Расчеты в гравиметрическом анализе.	5	5
4 семестр				
1	12	Основы качественного анализа. Краткая характеристика качественного анализа. Чувствительность аналитических реакций. Условия проведения аналитических реакций. Специфичность и избирательность аналитических реакций. Аналитическая классификация ионов. Обнаружение индивидуальных ионов и анализ смесей ионов.	3	3
2	13	Метрологические основы химического анализа. Основные характеристики метода анализа: правильность и воспроизводимость, коэффициент чувствительности,	2	2

		<p>предел обнаружения, нижняя и верхняя границы определяемых содержаний. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Погрешности отдельных стадий химического анализа. Способы оценки правильности: использование стандартных образцов, метод добавок, метод варьирования навесок. Статистическая обработка результатов измерений. Среднее, дисперсия, стандартное отклонение. Требования к метрологической оценке в зависимости от объекта и цели анализа. Способы повышения воспроизводимости и правильности анализа.</p>		
3	14	<p>Основные типы химических реакций в аналитической химии. Кислотно-основные реакции, комплексообразования, окисления-восстановления. Используемые процессы осаждения. Константы равновесия реакций и процессов. Состояние веществ в идеальных и реальных системах. Ионы. Сольватация, ионизация, диссоциация. Поведение электролитов и неэлектролитов в растворах. Теория Дебая-Хюккеля. Коэффициенты активности. Концентрационные константы.</p>	3	3
4	15	<p>Кислотно-основные реакции. Современные представления о кислотах и основаниях. Теория Льюиса. Теория Бренстеда-Лоури. Равновесие в системе кислота-сопряженное основание и растворитель. Константы кислотности и основности. Кислотные и основные свойства растворителей. Константа автопротолиза. Влияние природы растворителя на силу кислоты и основания. Кислотно-основное равновесие в водных растворах. Вычисление pH растворов незаряженных и заряженных кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований, смеси кислот и оснований. Буферные растворы и их свойства. Буферная емкость. Вычисление pH буферных</p>	2	2

		растворов.		
5	16	Комплексообразование. Основные характеристики комплексных соединений. Равновесия в растворах координационных соединений. Константы устойчивости. Влияние температуры на равновесия в растворах координационных соединений.	3	3
6	17	Реакции окисления-восстановления. Окислительно-восстановительный потенциал. Окислительно-восстановительные свойства воды. Влияние кислотно-основного взаимодействия, комплексообразования и образования малорастворимых соединений на редокс-потенциал.	3	3
7	18	Равновесие в системе осадок-раствор. Осаждение и растворение малорастворимых соединений. Произведение растворимости. Условия выпадения осадка. Растворимость осадков в воде и водных растворах электролитов. Растворение малорастворимых соединений под действием сильных кислот. Растворение осадков вследствие комплексообразования. Растворение осадков в результате окислительно-восстановительных реакций.	2	2
Итого:			35	35

Таблица 4.4 - Практические занятия

№ занятия	Номер раздела	Наименование практического занятия	Трудоемкость, акад. часов
			всего
3 семестр			
1	3	Метод кислотно-основного титрования	3
2	4	Метод окислительно-восстановительного титрования	5
3	7	Метод осадительного титрования	3
4	8	Метод комплексонометрического титрования	3
5	9-11	Гравиметрический (весовой) метод анализа	3
4 семестр			
1	14	Влияние ионной силы на равновесия в растворах электролитов	4
2	15	Равновесия в водных растворах кислот и оснований	4
3	16	Равновесия в растворах координационных	4

		соединений	
4	17	Равновесия при протекании окислительно-восстановительных реакций	3
5	18	Равновесия в растворах малорастворимых соединений	3
Итого:			35

Таблица 4.5 - Лабораторные работы

№ занятия	Номер раздела	Наименование лабораторной работы	Трудоемкость, акад. часов
			всего
3 семестр			
1	2	Техника безопасности. Правила работы в лаборатории. Посуда и оборудование. Титриметрический метод анализа. Калибрование мерной посуды	1
2	3	Кислотно-основное титрование. Приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия по хлороводородной кислоте	2
3	3	Кислотно-основное титрование. Приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия по щавелевой кислоте	2
4	3	Определение содержания серной кислоты в растворе	3
5	3	Определение содержания гидрокарбоната натрия в растворе	3
6	3	Определение содержания карбоната натрия и гидроксида натрия при их совместном присутствии	3
7	4	Окислительно-восстановительное титрование. Перманганометрия. Приготовление и стандартизация 0,1 н рабочего раствора перманганата калия по щавелевой кислоте или оксалату аммония (натрия)	2
8	5	Определение содержания железа в соли Мора	2
9	6	Йодометрия. Приготовление и стандартизация раствора тиосульфата натрия по дихромату калия	2
10	6	Определение содержания меди в растворе сульфата меди	2
11	7	Осадительное титрование. Приготовление и стандартизация раствора нитрата серебра по хлориду натрия	3
12	7	Определение содержания хлорид-ионов в растворе методом Мора	3
13	8	Комплексометрическое титрование. Приготовление и стандартизация раствора трилона Б. Определение общей жёсткости воды	6
4 семестр			
1	12	Аналитические реакции катионов I аналитической группы	1

2	12	Аналитические реакции катионов II аналитической группы	1
3	12	Аналитические реакции катионов III аналитической группы	1
4	12	Анализ раствора, содержащего неизвестный катион I-III аналитических групп	2
5	12	Аналитические реакции катионов IV аналитической группы	1
6	12	Аналитические реакции катионов V аналитической группы	1
7	12	Аналитические реакции катионов VI аналитической группы	1
8	12	Анализ раствора, содержащего неизвестный катион I-VI аналитических групп	2
9	12	Аналитические реакции анионов I аналитической группы	1
10	12	Аналитические реакции анионов II аналитической группы	1
11	12	Аналитические реакции анионов III аналитической группы	1
12	12	Анализ раствора, содержащего неизвестный анион I-III аналитических групп	2
13	12	Анализ твердого вещества	3
Итого:			52

Таблица 4.6 - Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид самостоятельной работы студента	Трудоемкость, часов
3 семестр			
1-11	1	Изучение основной и дополнительной учебной литературы	15
1-11	2	Решение расчетных задач по количественному анализу	14
1-11	3	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	17
1-11	4	Подготовка к экзамену	30
4 семестр			
12-18	1	Изучение основной и дополнительной учебной литературы	15
12-18	2	Решение расчетных задач	10
12-18	3	Подготовка к лабораторным работам и оформление отчетов	17
12-18	4	Подготовка к экзамену	30
ИТОГО:			148

5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины «Аналитическая химия» 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.

Практические занятия: семинар, решение задач.

На практических занятиях проводится обсуждение наиболее важных и трудных разделов дисциплины, проверка и обсуждение индивидуальных домашних заданий, итогов выполнения контрольных работ, заслушивание и обсуждение рефератов, решение расчётных задач.

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.

Интерактивное обучение реализуется как диалоговое обучение в ходе лекционных и практических занятий, что позволяет осуществлять взаимодействие между студентом и преподавателем, а также между самими студентами.

Дистанционные образовательные технологии – образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Примерами применения дистанционных образовательных технологий являются занятия, на которых обучающийся не присутствует (скажем, по болезни), но выполняет задания и общается с преподавателем по электронной почте, или преподаватель консультирует обучающихся во внеурочное время через блог или сайт.

Виды дистанционного обучения: лекции (сетевые или видеозапись), виртуальные экскурсии, практические работы (семинары), проектная деятельность, телеконференции со специалистами, форумы, обсуждения, дискуссии, консультации индивидуальные или групповые, тестирование.

Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам (теоретически к неограниченному объему и скорости доступа), увеличения контактного взаимодействия с преподавателем, построения индивидуальных траекторий подготовки и объективного контроля и мониторинга знаний студентов.

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

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

Текущий контроль студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем(ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение лабораторных работ;
- контрольные работы;

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

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа № 2 «Кислотно-основное титрование. Приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия по хлороводородной кислоте»

Продолжительность работы: 2 часа.

Цель работы: приготовление и стандартизация раствора гидроксида натрия по хлороводородной кислоте

Содержание работы:

1. Приготовление разбавленного раствора NaOH
2. Приготовление первичного стандартного раствора HCl
3. Установление точной концентрации приготовленного раствора NaOH (стандартизация)

Практическая часть

Готовят 0,1 н раствор NaOH. Для этого необходимо рассчитать навеску щелочи, отмерить ее на весах, поместить в мерную колбу и довести объем раствора до метки.

В качестве исходного раствора берется 0,1 н раствор хлороводородной кислоты, приготовленный из фиксаля. Определение ведут по двум индикаторам: метиловому оранжевому и фенолфталеину.

Титрование с индикатором фенолфталеином. Приготовленным раствором щелочи заполняют бюретку вместимостью 25 мл. В три конические колбы вместимостью 250 мл отбирают по 10 мл 0,1 н раствора хлороводородной кислоты. Раствор кислоты разбавляют дистиллированной водой (20-30 мл), добавляют 2 капли раствора фенолфталеина и титруют раствором щелочи до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 30 с. Титрование повторяют до получения 2-3 сходящихся результатов. Результаты титрования записывают и рассчитывают точную нормальность раствора щелочи и титр по той кислоте, которую будут в дальнейшем определять.

Расчет концентрации приготовленного раствора.

$$N_{NaOH} \times V_{NaOH_{cp}} = N_{HCl} \times V_{HCl}$$

$$T_{NaOH/HCl} = \frac{N_{NaOH} \times M_{HCl}}{1000}$$

Титрование с индикатором метиловым оранжевым. При титровании с индикатором метиловым оранжевым применяется титрование со «свидетелем». В качестве «свидетеля» применяют 0,1 н раствор NaOH. Можно применять и дистиллированную воду. В три конические колбы отбирают по 10 мл 0,1 н раствора хлороводородной кислоты. В четвертую колбу помещают раствор «свидетель», объем которого примерно равен объему раствора, получающегося в колбе в конце титрования ($\approx 50-60$ мл). К раствору кислоты и «свидетелю» добавляют по 3-4 капли водного раствора метилового оранжевого. Кислоту титруют раствором щелочи до тех пор, пока окраска титруемого раствора не станет такой же, как окраска «свидетеля». С метиловым оранжевым титровать вблизи эквивалентной точки надо особенно осторожно, так как легко пропустить точку конца титрования. Как только раствор из розового станет оранжевым, раствор щелочи из бюретки надо прибавлять не более чем по одной капле и после каждой капле тщательно перемешивать раствор и сравнивать его окраску с окраской «свидетеля».

Оформление работы. Запись и расчеты такие же, как при титровании с фенолфталеином.

Отчет о лабораторной работе должен содержать название лабораторной работы, цель работы, описание последовательности действий, выполняемых в ходе работы, должны быть приведены все расчеты, и сделаны соответствующие выводы. В ходе защиты лабораторной работы преподавателем задаются уточняющие вопросы. На основании правильности выполнения работы, заполнения отчета и ответов на вопросы студент получает соответствующий балл.

Пример контрольной работы

Вариант 1

1. В титриметрических методах анализа измеряют:	а) количество вещества продукта химической реакции б) количество вещества реагента, вступившего в реакцию с определяемым веществом в) разность между количествами реагента, вступившего в химическую реакцию, и образовавшегося продукта г) равновесную концентрацию продукта химической реакции
2. Укажите титриметрический метод анализа, в котором обнаружение конечной точки титрования может быть проведено без использования индикатора:	а) ацидиметрия б) алкалиметрия в) нитритометрия г) перманганатометрия
3. Укажите строку, в которой перечислены	а) ацидиметрия, перманганатометрия,

титриметрические методы анализа, в основе которых лежит один и тот же тип химических реакций:	<p>аргентометрия</p> <p>б) комплексометрия, алкалиметрия, меркуриметрия</p> <p>в) йодометрия, меркурометрия, аргентометрия</p> <p>г) дихроматометрия, броматометрия, цериметрия</p>
4. Точную навеску образца гидроксида натрия поместили в мерную колбу вместимостью 100,0 мл, растворили в воде, затем 10,0 мл полученного раствора титровали 0,10 мл М НСl в присутствии фенофталеина. В данной методике используется:	<p>а) прямое титрование, метод пипетирования</p> <p>б) обратное титрование, метод отдельных навесок</p> <p>в) титрование заместителя, метод пипетирования</p> <p>г) прямое титрование, метод отдельных навесок</p>
5. Обратное титрование применяют, если:	<p>а) взаимодействие определяемого вещества с титрантом не сопровождается аналитическим эффектом</p> <p>б) определяемое вещество окрашено</p> <p>в) реакция определяемого вещества с титрантом протекает медленно</p> <p>г) реакция определяемого вещества с титрантом практически необратима</p>
6. Укажите верное утверждение:	<p>а) с целью удаления органических загрязнений мерные колбы и пипетки прокаливают при температуре 200°C</p> <p>б) стандартная температура градуировки мерной посуды составляет 18°C</p> <p>в) для того чтобы приготовить стандартный раствор буры необходимо взять точную навеску этого вещества, поместить в мерную колбу, растворить в горячей воде и затем довести горячей водой до метки</p> <p>г) вода массой 100 г занимает при температуре 10°C меньший объем, чем при температуре 20°C</p>
7. Титриметрическое определение H_2O_2 по реакции с KMnO_4 проводят в кислой среде. Для того чтобы отмерить требуемый по методике анализа объем раствора серной кислоты, используют:	<p>а) бюретку</p> <p>б) мерную колбу</p> <p>в) мерный цилиндр</p> <p>г) делительную воронку</p>
8. Согласно методике обратного титрования к раствору определяемого вещества следует добавить 20,0 мл стандартного раствора первого титранта. Укажите виды мерной посуды, с помощью которой это можно сделать: 1) мерный стакан; 2) мерный цилиндр; 3) мерная пипетка; 4) бюретка	<p>а) 1, 2, 3, 4</p> <p>б) 3, 4</p> <p>в) 1, 2</p> <p>г) 1, 2, 3</p>
9. Для стандартизации раствора НСl используют первичное стандартное вещество:	<p>а) $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>б) NaOH</p> <p>в) Na_2CO_3</p> <p>г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$</p>
10. В качестве титранта в кислотно-основном титровании используют все вещества, кроме:	<p>а) NaOH</p> <p>б) HCl</p> <p>в) H_2SO_4</p> <p>г) $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$</p>

Задачи:

1. Определить молярную массу эквивалента Na_3PO_4 при титровании стандартным раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым.
2. Чему равна молярная масса эквивалента H_2SO_4 при титровании раствором NaOH ?
3. Навеску $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ массой 0,600 г растворили в мерной колбе вместимостью 100,0 мл. На титрование 20,0 мл полученного раствора израсходовано 18,34 мл NaOH . Определить молярную массу раствора NaOH , его титр и титр этого раствора по $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

Промежуточный контроль по результатам семестров по дисциплине проходит в форме письменного экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решения задач)

Экзамен

Экзамен является основной формой контроля и оценивания сформированности у обучающихся компетенций УКЕ-1 и ОПК-1 по результатам освоения дисциплины Аналитическая химия.

Вопросы к экзамену

3 семестр

1. Сущность титриметрического метода анализа. Классификация методов.
2. Требования к реакциям в титриметрических методах анализа.
3. Приготовление и стандартизация растворов. Титранты, рабочие растворы.
4. Способы титрования: прямое, обратное, заместительное. Сущность, примеры.
5. Кислотно-основное титрование. Сущность данного метода. Реакции, используемые в данном методе, требования к ним.
6. Точка эквивалентности в титровании, ее фиксация с помощью индикаторов.
7. Индикаторные ошибки. Теории кислотно-основных индикаторов, зона и точка перехода окраски индикаторов.
8. Кривые кислотно-основного титрования, их расчёт и построение. (Три типа кривых: титрование сильной кислоты сильным основанием, титрование слабой кислоты сильным основанием, титрование слабого основания сильной кислотой).
9. Ацидиметрия и алкалиметрия в биологии, медицине и фармации.
10. Окислительно-восстановительное титрование. Сущность, классификация. Основные требования к реакциям.
11. Индикаторы в окислительно-восстановительном титровании. Интервал перехода окраски. Механизм их действия.
12. Расчёт и построение кривых окислительно-восстановительного титрования.
13. Влияние рН и катализаторов на скачок при окислительно-восстановительном титровании. Ошибки в данном виде титрования.
14. Перманганатометрия. Сущность метода. Приготовление и стандартизация титрантов. Реакции перманганата в различных средах (рН).
15. Иодометрия. Сущность метода, титранты, индикаторы.
16. Применение перманганато- и иодометрии в биологии, медицине и фармации.
17. Хлоридометрия. Сущность метода, титранты, индикаторы, применение.
18. Бром- и броматометрия. Сущность методов. Титранты, индикаторы. Применение.
19. Дихроматометрия. Сущность метода. Титранты, индикаторы. Применение.
20. Расчёты навесок, концентраций и титра растворов в титриметрических методах анализа.
21. Понятие об осадительном титровании. Сущность, титранты. Требования к реакциям. Классификация. Индикаторы в осадительном титровании.
22. Аргентометрическое титрование. Сущность. Титранты, их приготовление и стандартизация. Классификация аргентометрических методов. Метод Мора, сущность, индикаторы, применение.

23. Осадительное титрование. Метод Фольгарда. Сущность, титранты, индикаторы, применение.
24. Осадительное титрование. Метод Фаянса. Сущность, титранты, индикаторы, применение.
25. Сульфатометрический метод анализа. Сущность, титранты, индикаторы. Меркуриметрия. Сущность, титранты, индикаторы.
26. Понятие о комплексонометрическом методе титрования. Сущность, требования к реакциям. Комплексоны, состав, свойства, механизм их действия.
27. Приготовление титрантов в комплексонометрии. Применение данного метода в биологии, медицине и в фармации.
28. Титрование в неводных средах. Титранты, индикаторы, применение.
29. Гравиметрический метод анализа. Сущность. Ход определения. Расчёт массы анализируемой пробы, Расчёт объема осадителя. Преимущества и недостатки. Применение.

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

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
Основная литература						
1	Золотов Ю.А.	Основы аналитической химии: в 2-х кн.	Москва	Академия	2010	[Электронный ресурс] http://library.mephi.ru/

7.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень рекомендуемых Интернет сайтов:

1. <http://library.mephi.ru/> (Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ)
2. <http://www.rusanalytchem.org/>: (Аналитическая химия в России)
3. <http://www.anchem.ru/>: (Российский химико-аналитический портал)
4. <http://www.chem.msu.ru/> (Портал фундаментального химического образования России)
5. <http://pubs.acs.org/> (ACS Publications)
6. <http://www.sciencedirect.com/> (ScienceDirect база данных)
7. <http://www.chemport.ru/> (Химический портал ChemPort)

Таблица 7.2 – Рекомендуемые электронно-библиотечные системы

№	Наименование ресурса	Тематика
1	Электронная библиотека учебных материалов по химии ChemNet химического факультета МГУ им М.В. Ломоносова http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary/welcome.html	Химия
2	Ресурс «Ядерная физика в интернете» МГУ: nuclphys.sinp.msu.ru	Физика
3	Международная база данных научных статей и публикаций: http://www.sciencedirect.com	Естественно-научная
4	ЭБС НИЯУ МИФИ http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&P21DBN=BOOK	Естественно-научная

5	Научная электронная библиотека: http://elibrary.ru	Химия
6	ЭБС «Айбукс» http://ibooks.ru/	Естественно-научная
7	ЭБС «Лань» www.e.lanbook.com	Естественно-научная
8	ЭБС «Юрайт» http://www.biblio-online.ru/	Естественно-научная

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	Краткое описание
1	Windows 10 Pro	Операционная система
2	Microsoft Office	Пакет офисных приложений
3	Браузеры: Internet Explorer 10, Internet Explorer 9, Internet Explorer 8, FireFox 10, Safari 5, Google Chrome 17	Специальные программы для просмотра веб-страниц, поиска контента, файлов и их каталогов в Интернете
4	Антиплагиат.ВУЗ	Интернет-сервис для вузов, предназначенный для оценки степени самостоятельности письменных работ обучающихся

Таблица 7.4 – Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика	Электронный адрес
1	Международная база данных научных статей и публикаций	Научные статьи	http://www.sciencedirect.com
2	Научная электронная библиотека России	Научные статьи	http://elibrary.ru
3	База данных ВИНТИ РАН	Естественно-научная	http://www2.viniti.ru.-

8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСП

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	Кабинет № 204 Посадочных мест — 20; площадь 53,47 кв.м.; специализированная мебель: Учебная доска – 1 шт., стол студенческий – 11 шт., стулья – 26 шт., стол библиотечный – 8 шт., шкаф двухстворчатый – 1 шт., шкаф книжный – 1 шт., трибуна настольная – 1 шт., Технические средства обучения: Проектор – 1 шт., Экран – 1 шт., колонки - 1 пара	433511, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 294

2	<p>Кабинет № 212 посадочных мест — 15; площадь 53,47 кв.м.; специализированная мебель: Учебная доска – 1 шт., стол преподавательский – 1 шт., табурет – 4 шт., стол лабораторный торцевой С-23 – 2 шт., стол лабораторный С-5ПА – 2 шт., стол антивибрационный СВ-8 – 3 шт., сейф металлический – 1 шт., шкаф двухстворчатый – 1 шт., электроплитка – 1 шт., центрифуга (ОЛЦ-3П) – 4 шт., стерилизатор (ГП-40-3) – 1 шт., баня комбинированная водяная – 1 шт., весы Ohaus TA-302 – 1 шт., весы аналитические – 3 шт., дистиллятор АДЭа-СЭМО – 1 шт., Муфельная печь СНОЛ 10/11 – 1 шт., Спектрофотометр – 1 шт., Термостат ТС-1/20 – 1 шт., холодильник «Саратов» - 1 шт., центрифуга ОПН-3.02 – 1 шт., центрифуга СМ-6М – 2 шт. Водонагреватель «Термекс» - 1 шт., установка титровальная УТ-1,5 – 1 шт.</p>	<p>433511, Ульяновская область, г. Димитровград, ул. Куйбышева, 294</p>
---	---	---

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 29.08.2017 г.;
- Методическими рекомендациями по организации образовательного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательных организациях высшего образования, в том числе оснащения 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