

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Котова Лариса Анатольевна

Должность: Директор филиала

Дата подписания: 22.09.2023 16:01:07

Уникальный программный ключ:

10730ffe6b1ed036b744b6e9d97700b86e5c04a7

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»  
Новотроицкий филиал

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Аналитическая химия и физико-химические методы анализа

Закреплена за подразделением

Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**заочная**

Общая трудоемкость

**6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

216

Формы контроля на курсах:

в том числе:

экзамен 3

аудиторные занятия

20

зачет 3

самостоятельная работа

183

часов на контроль

13

### Распределение часов дисциплины по курсам

Курс	3		Итого	
	уп	рп		
Лекции	8	8	8	8
Лабораторные	12	12	12	12
В том числе инт.	12	12	12	12
Итого ауд.	20	20	20	20
Контактная работа	20	20	20	20
Сам. работа	183	183	183	183
Часы на контроль	13	13	13	13
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

*к.п.н., Доцент, Нефёдов Е.В.*

Рабочая программа

**Аналитическая химия и физико-химические методы анализа**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС» по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология (уровень бакалавриата) (приказ от 25.12.2017 г. № № 857 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль. Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, 18.03.01\_21\_ХимТехнология\_Пр1\_заоч\_2020.plz.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСИС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.05.2020, протокол № 10/зг

Утверждена в составе ОПОП ВО:

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология Профиль. Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСИС" 21.05.2020, протокол № 10/зг

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра математики и естествознания (Новотроицкий филиал)**

Протокол от 22.03.2023 г., №3

Руководитель подразделения к.п.н., доцент А.В.Швалева

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Целями освоения дисциплины «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» являются теоретическая и практическая подготовка студентов по вопросам выбора метода анализа и его практического осуществления для получения информации о качественном и количественном составе того или иного объекта при решении выпускником задач будущей профессиональной деятельности.
-----	---

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Безопасность жизнедеятельности	
2.1.2	Начертательная геометрия и инженерная графика	
2.1.3	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.4	Физическая химия	
2.1.5	Химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Дополнительные главы физической химии	
2.2.2	Процессы и аппараты химической технологии	
2.2.3	Экономика	
2.2.4	Курсовая научно-исследовательская работа	
2.2.5	Моделирование химико-технологических процессов	
2.2.6	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ОПК-1:</b> Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знании о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
<b>Знать:</b>
ОПК-1-31 аналитические группы ионов, методы их обнаружения и проведения группового анализа
<b>ОПК-5:</b> владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
<b>Уметь:</b>
ОПК-5-У1 ставить цель и гипотезу исследования, подбирать оптимальные аналитические методики, рассчитывать погрешность определения
<b>ОПК-1:</b> Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знании о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
<b>Уметь:</b>
ОПК-1-У1 проводить анализ растворов, содержащих смесь катионов
<b>ОПК-5:</b> владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией
<b>Владеть:</b>
ОПК-5-В1 методами статистической обработки результатов анализа
<b>ОПК-1:</b> Способен изучать, анализировать, использовать механизмы химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире, основываясь на знании о строении вещества, природе химической связи и свойствах различных классов химических элементов, соединений, веществ и материалов, осуществлять моделирование, анализ и эксперименты в целях проведения детального исследования для решения задач в профессиональной области
<b>Владеть:</b>
ОПК-1-В1 методами химического и физико-химического анализа состава вещества

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ								
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Качественный анализ</b>							
1.1	Аналитические реакции и их типы. Условия выполнения аналитических реакций. Дробный и систематический качественный анализ. Классификация катионов по кислотно-основному методу /Лек/	3	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Определение катионов III, IV аналитических групп /Лаб/	3	4	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Работа в малых группах		Р1
1.3	Анализ смеси катионов III, IV групп /Лаб/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1	Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Работа в малых группах		Р2
1.4	Качественный анализ /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.5	Метрологические основы аналитической химии. Аналитический сигнал. Точность результатов анализа: воспроизводимость и правильность. Погрешности хим.анализа. Точность результатов анализа: воспроизводимость и правильность. Доверительный интервал. Предел обнаружения. Обработка результатов измерений. Случайные погрешности. Их оценка. Значащие цифры и правила округления. /Ср/	3	12	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 2. Гравиметрический анализ</b>							
2.1	Операции в гравиметрическом анализе. Влияние различных факторов на полноту осаждения. Выбор осадителя. Условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним. Гравиметрический множитель, расчеты. /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.3	Осаждение (Образование осадка) /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

2.4	Проведение пробы на полноту осаждения и промывания осадка. Проба на полноту промывания. Фильтрование, прокаливание осадка. /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.5	Взвешивание и определение массы серы в осадке. Расчеты. /Ср/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.6	Гравиметрический анализ /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 3. Титриметрический анализ</b>							
3.1	Титриметрический анализ: Требования к реакциям. Методы титрования. Стандартные и стандартизованные растворы. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Скачок титрования. Расчет кривых титрования. Расчет результатов прямого и обратного титрования, титрования по замещению /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.2	Кислотно-основное титрование. Индикаторы. Кривые титрования. Расчет фактора эквивалентности . Приготовление рабочих растворов. Выбор индикаторов. Индикаторные погрешности. Титрование многоосновных кислот и многокислотных оснований. Особенности титрования солей слабых кислот и оснований. /Лек/	3	2	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ОПК-5-У1 ОПК-5-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.6Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.3	Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.4	Кислотно - основное титрование /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.5	Окислительно-восстановительное титрование. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в редоксиметрии. Перманганатометрия. Хроматометрия. Иодометрия. Броматометрия. Приготовление и стандартизация титрантов . Условия титрования. Индикаторы. Кривые титрования. Расчет фактора эквивалентности . Расчет кривых титрования. /Ср/	3	3	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

3.6	Окислительно - восстановительное титрование. Перманганатометрия. Контрольная работа №1 /Ср/	3	13	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ1	
3.7	Перманганатометрия. /Ср/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 4. Комплексонометрия</b>							
4.1	Комплексонометрическое титрование. Комплексон 3 (трилон Б) как основной комплексообразующий реагент. Индикаторы. Кривые титрования. Расчет кривых титрования . Условные константы устойчивости. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в комплексонометрии: концентрация дополнительного лиганда и рН раствора. Расчет результатов титрования. /Ср/	3	16	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.2	Комплексонометрическое титрование /Ср/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.3	экзамен /Ср/	3	13	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ3	
	<b>Раздел 5. Физико- химические методы анализа</b>							
5.1	Физико-химические методы анализа. Классификация методов /Лек/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.2	Электрохимические методы анализа /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.3	Спектроскопические (оптические) методы анализа /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.4	Хроматографические методы анализа /Ср/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.5	Радиометрические методы анализа /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.6	Масс-спектрометрические методы анализа /Ср/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.7	Подготовка проб к анализу. Ошибки анализа /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.8	Методы приготовления стандартных растворов /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.9	Статистическая обработка результатов анализов /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

5.10	Кондуктометрия /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.11	Фотометрические методы анализа /Лаб/	3	6	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Работа в малых группах		Р3
5.12	Потенциометрические методы анализа. Определение хрома методом потенциометрического титрования /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.13	Потенциометрические методы анализа. Определение кислотности среды /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.14	Электрогравиметрический метод определения содержания меди в стали /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.15	Общая характеристика и классификация спектральных методов анализа. Атомные и молекулярные спектры, их происхождение, вид и основные характеристики. Абсорбционная спектроскопия: ее сущность. /Ср/	3	6	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.4Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.16	Фотометрический анализ. Основной закон светопоглощения, оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент светопоглощения. Аддитивность светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера. Приборы для фотометрии и спектрофотометрии. Выбор оптимальных условий фотометрического определения. Способы определения концентрации. Качественный и количественный анализ. Анализ в видимой, ультрафиолетовой и инфракрасной области. Расчеты в фотометрическом анализе /Ср/	3	8	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.17	Определение меди (2) методом дифференциальной фотометрии /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			

5.18	<p>Методы колебательной спектроскопии. Колебательные спектры молекул. Их особенности. Классификация методов по способу получения колебательных спектров. Принципиальная схема прибора. Основные типы источников излучения, детекторов. Качественный (молекулярный, структурно-групповой) и количественный анализ методами ИК- и КР-спектроскопии. Метрологические характеристики и аналитические возможности методов, сравнение с методом спекрофотометрии. Примеры использования. /Ср/</p>	3	8	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1Л3. 2 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.19	<p>Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.), механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Схема Яблонского. Закон Стокса-Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Принципиальная схема прибора. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Спектральные и физико-химические помехи. Количественный анализ люминесцентным методом. /Ср/</p>	3	8	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			



5.20	Общая характеристика электрохимических методов. Классификация. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах. /Ср/	3	8	ОПК-1-В1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л3. 1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.21	Кондуктометрия: измерение электропроводности анализируемого раствора. Теоретические основы метода. Электропроводность растворов (удельная, эквивалентная). Электрофоретический и релаксационные эффекты. Зависимость электропроводности от концентрации электролита в растворе. Электропроводность бесконечно разбавленного раствора. /Ср/	3	8	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.22	Кондуктометрическое титрование. Вид кривых кондуктометрического титрования. Примеры. Особенности и достоинства метода. Высокочастотное титрование. Типы измерительных ячеек. Поляризация молекул в поле высокой частоты (ориентационная и деформационная). /Ср/	3	6	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.23	Определение бария высокочастотным титрованием /Ср/	3	2	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.24	Определение щелочности воды потенциометрическим титрованием /Ср/	3	8	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.25	Электрохимические методы анализа. Контрольная работа №2 /Ср/	3	4	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ2	
5.26	зачет /Экзамен/	3	0	ОПК-1-В1 ОПК-5-У1	Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4		КМ4	

<b>5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки</b>			
Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
КМ1	Контрольная работа №1	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	Теоретические вопросы: 1. Сформулируйте, на какие виды делятся измерения и связанные с ними погрешности? Как рассчитывается абсолютная и относительная погрешности? Что показывает доверительный интервал и доверительная вероятность? 2. Поясните, что называют стандартным образцом? Какие виды образцов Вам известны? Можно ли в условиях лаборатории комбината изготовить стандартные образцы? Ответ поясните. 3. Известно, что для расшифровки аналитического сигнала в физико-химическом анализе используют метод градуировочного графика или метод добавки стандарта. Охарактеризуйте оба этих метода. 4. Дайте классификацию методов молекулярной спектроскопии. Коротко охарактеризуйте эти методы. 5. Дайте классификацию методов атомной и ядерной спектроскопии. Коротко охарактеризуйте эти методы. 6. Дайте характеристику оптического эмиссионного спектрального анализа. 7. Дайте характеристику атомно-абсорбционного анализа. 8. Дайте характеристику рентгеноспектрального анализа.
КМ2	Контрольная работа №2	ОПК-1-В1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	1.Кратко охарактеризуйте методы локального анализа и анализа поверхности, применяемые в металлургии. 2. Охарактеризуйте методы анализа железорудного сырья. 3. Охарактеризуйте методы анализа сырья в цветной металлургии. 4. Охарактеризуйте методы анализа чугунов и шлаков. 5. Охарактеризуйте методы анализа продукции сталеплавильного производства. 6. Охарактеризуйте методы анализа высокочистых веществ. 7. Охарактеризуйте методы анализа продукции порошковой металлургии и композитных материалов. 8. Системно опишите организацию аналитического контроля на ОАО «Уральская Сталь»

КМЗ	Экзамен	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	<p>Вопросы к экзамену</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цели и задачи аналитической химии. Элементный, молекулярный, фазовый анализ. Стадии химического анализа.</li> <li>2. Метрологические основы аналитической химии. Аналитический сигнал. Точность результатов анализа: воспроизводимость и правильность. Погрешности хим.анализа. Точность результатов анализа: воспроизводимость и правильность. Доверительный интервал. Предел обнаружения.</li> <li>3. Статистическая обработка результатов измерений. Случайные погрешности. Их оценка. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа.</li> <li>4. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы в химическом анализе. Отбор средней пробы. Подготовка пробы к анализу.</li> <li>5. Качественный анализ. Предмет и методы качественного анализа. Аналитические ре-акции и их типы. Условия выполнения аналитических реакций. Дробный и систематический качественный анализ.</li> <li>6. Качественный анализ. Групповые реагенты и требования к ним. Классификация катионов по кислотно-основному методу. Привести примеры качественных реакций на катионы 3 и 4 аналитических групп.</li> <li>7. Регулирование pH растворов. Буферные растворы. Принцип действия буферных растворов. Привести пример.</li> <li>8. Гравиметрический метод. Сущность гравиметрического анализа. Операции в гравиметрическом анализе. Величина навески. Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним. Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании. Гравиметрический фактор.</li> <li>9. Титриметрические методы. Требования к реакциям. Методы титрования (прямое, обратное, титрования по замещению). Стандартные и стандартизованные растворы.</li> <li>10. Кривые титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Способы установления конечной точки титрования.</li> <li>11. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования (сильных кислот и оснований, слабых кислот и оснований). Значения pH в точке эквивалентности.</li> <li>12. Выбор индикаторов. Индикаторные погрешности.</li> <li>13. Титрование многокислотных оснований и многоосновных кислот. Определение соды в растворе.</li> <li>14. Окислительно-восстановительное титрование. Окислительно-восстановительный потенциал, его зависимость от природы окислителя и восстановителя, температуры, кислотности среды. Уравнение Нернста. Определение направления реакций окисления-восстановления. Требования к окислительно-восстановительным реакциям, используемым в титриметрическом анализе.</li> <li>15. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования. Расчет кривых титрования. Редокс-индикаторы. Титрование смесей окислителей (восстановителей).</li> <li>16. Методы окислительно-восстановительного титрования в химическом анализе (перманганатометрия, хроматометрия, иодометрия, броматометрия). Реакции, протекающие между титрантом и определяемым веществом. Использование понятия фактора эквивалентности при расчете результатов анализа.</li> <li>17. Сущность метода перманганатометрии. Приготовление и стандартизация титранта. Условия титрования. Определение конечной точки титрования.</li> </ol>
-----	---------	--	--

КМ4	зачет	ОПК-1-В1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1;ОПК-1-31;ОПК-1-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Комплексонометрическое титрование. Комплексон 3 (трилон Б) как основной комплексообразующий реагент. Индикаторы, требования к ним. Кривые титрования. Расчет кривых титрования. Условные константы устойчивости. Факторы, влияющие на величину скачка титрования в комплексонометрии: концентрация дополнительного лиганда и рН раствора.</li> <li>2. Практическое применение комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).</li> <li>3. Статистическая обработка результатов измерений. Случайные погрешности. Их оценка. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа.</li> <li>4. Общая характеристика электрохимических методов. Природа аналитического сигнала. Классификация электрохимических методов.</li> <li>5. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы.</li> <li>6. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.</li> <li>7. Прямая потенциометрия. Равновесный потенциал. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы.</li> <li>8. Индикаторные электроды. Металлические и мембранные индикаторные электроды. Электроды первого и второго рода.</li> <li>9. Электроды сравнения. Хлорсеребряный электрод. Каломельный электрод.</li> <li>10. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы.</li> <li>11. Вольтамперометрия. Основы метода. Особенности электрохимической ячейки. Электроды. Теоретические основы классической полярографии. Устройство, достоинства и недостатки ртутного каплюющего микроэлектрода.</li> <li>12. Характеристики полярограммы. Потенциал полуволны. Диффузионный ток. Зависимость диффузионного тока от концентрации деполяризатора: уравнение Ильковича.</li> <li>13. Практическое применение полярографии. Качественный анализ. Количественный анализ. Методы определения концентрации ( градуировочного графика, стандартов, добавок). Возможности и ограничения метода.</li> <li>14. Амперометрическое титрование. Выбор условий амперометрического титрования. Виды кривых титрования. Примеры практического применения. Преимущества амперометрического титрования перед прямой вольтамперометрией.</li> <li>15. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Электропроводность растворов (удельная, эквивалентная). Электрофоретический и релаксационные эффекты. Зависимость электропроводности от концентрации электролита в растворе. Электропроводность бесконечно разбавленного раствора.</li> <li>16. Кондуктометрическое титрование. Вид кривых кондуктометрического титрования. Примеры. Особенности и достоинства метода.</li> <li>17. Высокочастотное титрование. Типы измерительных ячеек. Поляризация молекул в поле высокой частоты (ориентационная и деформационная). Активная и реактивная составляющие электропроводности ячейки. Возможности и ограничения метода.</li> <li>18. Кулонометрия. применение законов Фарадея в анализе. Выход по току. Кулонометрия прямая и косвенная (потенциостатическая и гальваностатическая). Потенциостатическая кулонометрия. Выбор величины потенциала. Определение времени электролиза. Способы определения количества электричества.</li> </ol>
-----	-------	--	--

			<p>19. Кулонометрическое титрование. Генераторный электрод. Электрогенерированный титрант. Вспомогательный реагент. Особенности кулонометрического титрования, достоинства и недостатки метода.</p> <p>20. Спектроскопические методы. Общая характеристика и классификация. Электромагнитный спектр. Взаимодействие электромагнитного излучения с анализируемым веществом. Частицы, формирующие аналитический сигнал: атомные и молекулярные спектры, их происхождение. Взаимосвязь основных характеристик спектральных линий с природой и количеством вещества (качественный и количественный анализ).</p> <p>21. Молекулярная абсорбционная спектроскопия: ее сущность. Фотометрический анализ. Основной закон светопоглощения, оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент светопоглощения. Аддитивность светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера.</p> <p>22. Приборы для фотометрии и спектрофотометрии. Основные узлы приборов для абсорбционных измерений. Выбор оптимальных условий фотометрического определения. Способы определения концентрации.</p> <p>23. Эмиссионная спектроскопия. Молекулярная люминесцентная спектроскопия. Классификация видов люминесценции по источникам возбуждения (хемилюминесценция, биолюминесценция, электролюминесценция, фотолюминесценция и др.); механизму и длительности свечения. Флуоресценция и фосфоресценция. Выход люминесценции. Закон Стокса - Ломмеля, правило зеркальной симметрии Левшина. Факторы, влияющие на интенсивность люминесценции. Тушение люминесценции. Количественный анализ люминесцентным методом.</p>
--	--	--	---

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
P1	лабораторная работа №1 Определение катионов III, IV аналитических групп	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метрологические основы аналитической химии. Аналитический сигнал.</li> <li>2. Точность результатов анализа: воспроизводимость и правильность.</li> <li>3. Погрешности хим.анализа.</li> <li>4. Точность результатов анализа: воспроизводимость и правильность.</li> <li>5. Доверительный интервал.</li> <li>6. Предел обнаружения.</li> <li>7. Обработка результатов измерений. Случайные погрешности. Их оценка. Значащие цифры и правила округления.</li> </ol>
P2	лабораторная работа №2 Анализ смеси катионов III, IV групп	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аналитические реакции и их типы.</li> <li>2. Условия выполнения аналитических реакций.</li> <li>3. Дробный и систематический качественный анализ.</li> <li>4. Классификация катионов по кислотно-основному методу</li> </ol>
P3	Фотометрические методы анализа	ОПК-1-В1;ОПК-5-У1;ОПК-5-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность фотометрического метода</li> <li>2. Требования к растворам</li> <li>3. Законы фотометрии</li> <li>4. Выбор светофильтра</li> <li>5. Реализация метода градуировочного графика</li> <li>6. Требования к построению градуировочного графика</li> <li>5. Метод добавки стандарта</li> <li>6. Расчет концентрации растворов по известной оптической плотности</li> </ol>

**5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)**

Экзаменационный билет № 0

1. Качественный анализ. Аналитические реакции и их типы.
2. Методы титрования: кривая титрования, степень оттитрованности, точка эквивалентности, скачок титрования, крутизна кривой титрования.
3. К 50,00 мл 0,1012 н раствора сульфата магния прибавили 25,00 мл 0,2514 М раствора гидроксида натрия и смесь разбавили водой до 100 мл. Затем 50,00 мл фильтрата оттитровали 0,1046 М раствором соляной кислоты. Вычислите объем раствора соляной кислоты, пошедший на титрование.

**5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)**

Критерии оценки защиты отчетов по лабораторным работам

При оценке результатов защиты отчетов по лабораторным работам используется би-нарная система, которая предусматривает следующие результаты и критерии оценивания:

«зачтено» - Выполнены все задания лабораторной работы, студент ответил на все контрольные вопросы.

«не зачтено» - Студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы, студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы

Критерии оценки экзамена

Критерии оценки ответов на экзамене, проводимом в устной форме

Оценка «Отлично» ставится, если

- на теоретические вопросы даны развернутые ответы, при необходимости изложен математический аппарат (формулы, графики и т.д.) приведены соответствующие схемы, таблицы, рисунки и т.д., правильно решена задача

- обучающийся хорошо ориентируется в материале, владеет терминологией, приводит примеры, обосновывает, анализирует, высказывает свою точку зрения по анализируемым явлениям и процессам, правильно применяет полученные знания при решении практических задач. Ответы излагаются свободно, уверенно без использования листа устного опроса

Оценка «Хорошо» ставится, если

- на теоретические вопросы даны полные ответы, но имела место неточность в определении каких-либо понятий, явлений и т.д. Задача решена.

- обучающийся ориентируется в материале хорошо, но допускает ошибки при формулировке, описании отдельных категорий

Критерии оценки итогового тестирования, проводимого в дистанционной форме в LMS Canvas

85 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

70 ≤ Процент верных ответов &lt; 84 - хорошо

50 ≤ Процент верных ответов &lt; 69 – удовлетворительно

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.1	Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е.	Аналитическая химия. Химические методы анализа. : Учебное пособие.		М. Инфра – М, , 2012,
Л1.2	Михалева М.В., Мартыненко Б.В.	Практикум по качественному химическому полумикроанализу. : Учебное пособие		М. Дрофа, 2007,
Л1.3	Крылова С.А., Костина З.И., Понурко И.В.	Кислотно - основное титрование в водных растворах: Учебное пособие		Магнитогорск, изд-во гос. тех. университета им. Г.И. Носова, 2015,
Л1.4	Короткова В.И.	Аналитический контроль.: Методические указания и задачи для самостоятельного решения		Магнитогорск, МГТУ им. Г.И. Носова , 2006,
Л1.5	И.Н. Мовчан, Р.Г. Романова, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева	Основы аналитической химии. Химические методы анализа : учебное пособие		Казань : КНИТУ, 2012, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259000">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259000</a> (01.04.2015)

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л1.6	И.Н. Мовчан, Т.С. Горбунова, И.И. Евгеньева, Р.Г. Романова	Аналитическая химия: физико-химические и физические методы анализа : учебное пособие		Казань : Издательство КНИТУ, 2013, URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259010">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=259010</a> (01.04.2015).

### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л2.1	Валова (Копылова) В.Д., Паршина Е.И.	Аналитическая химия и физико – химические методы анализа. : Практикум		М.ИТК Дашков и К, 2013,
Л2.2	Крылова С.А. Костина З.И. Понурко И.В.	Практическое руководство по аналитической химии. Качественный анализ.		магнитогорский гос. технологический университет им. Г.И. Носова, 2015,

### 6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
Л3.1	Костина З.И., Крылова С.А., Понурко И.В.	Аналитическая химия .Методическая разработка : Лабораторный журнал по выполнению качественного анализа катионов III и IV аналитических групп		Магнитогорск, 2007,
Л3.2	Костина З.И., Крылова С.А., Махоткина Е.С., Понурко И.В.	Комплексонометрические методы анализа: Методические указания к лабораторным работам		Магнитогорск, ГОУ ВПО "МГТУ им. Г.И. Носова", 2010,
Л3.3	Махоткина Е.С.	Кондуктометрическое и высокочастотное титрование: Методические указания к выполнению лабораторной работы		Магнитогорск, изд-во гос. тех. унив-та им. Г.И. Носова, 2013,

### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Портал фундаментального химического образования России	<a href="http://www.chemnet.ru">http://www.chemnet.ru</a>
Э2	НФ НИТУ "МИСиС"	<a href="http://www.nf.misis.ru">www.nf.misis.ru</a>
Э3	КиберЛенинка	<a href="http://www.cyberleninka.ru">www.cyberleninka.ru</a>
Э4	Российская научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru">www.elibrary.ru</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса-Расширенный Rus Edition 150 -249 Node 1y EDU RNW Lic.
П.2	Microsoft Office Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
133	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 56 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран настенный, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.
134	Учебная аудитория для занятий лекционного типа, практических занятий	Комплект учебной мебели на 40 мест для обучающихся, 1 стационарный компьютер для преподавателя с выходом в интернет, проектор, экран на штативе, доска аудиторная меловая, веб камера Logitech, колонки, лицензионные программы MS Office, MS Teams, антивирус Dr.Web.

140	Учебная лаборатория химии	Комплект оборудования для лаборатории общей и неорганической химии НФ НИТУ МИСиС 04.2.3.0163, 1 шт. (Стол-мойка двойная СМСП 1200, 2 шт., стол лабораторный с ящиками СЛЯ 1200, 6 шт., табурет лабораторный 20 шт., стеллаж для халатов, 1 шт., штатив лабораторный металлический для бюреток ПЭ, 5 шт., штатив лабораторный для закрепления химической посуды и оборудования, 10 шт., весы электронные ВУЛ-200, 1 шт., весы аналитические АВ-210-01, 1 шт., плитка нагревательная электрическая ПЭЛ, 4шт., дистиллятор лабораторный, 1 шт., рН-метр стационарный ЭКСПЕРТ-001-3, 4 шт., доска меловая, 1 шт., термометр электронный портативный ИТ-15 17К, 15 шт., магнитная мешалка ПЭ-6100, 15 шт., сосуд калориметрический для проведения лабораторных работ по термохимии, 15 шт., щипцы тигельные, 15 шт., набор моделей кристаллических структур для демонстраций, 1 шт., таймер электронный цифровой портативный RSTO4167, 1 шт., коллекция минералов и образцов металлов для демонстраций, 15 шт., термометр ТБ-37, 1 шт, барометр ББ-05М настенный, 1 шт., таблица Менделеева настенная, 1 шт., таблица растворимости настенная, 1 шт., набор ареометров в контейнере для хранения АОН-1, 1 шт., рефрактометр цифровой ПЭ-5200, 2шт.), аквадистиллятор ДЭ-25СПб, 1 шт., магнитная мешалка 04.2.3.0006, 1 шт., микроанометр ММН-240, 1 шт., печь камерная нагревательная "ПМ-1000", 1 шт., мойка лабораторная ЛК-1200, 2 шт., газоанализатор процессов горения портативный Testo-300М, 1 шт., фотоколориметр КФК-3КМ, 1 шт., вискозиметр ВПЖ-4 1.12, 2 шт., вискозиметр ВПЖ-1 0.34, 1 шт.
-----	---------------------------	--

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

### Методические указания студентам по изучению дисциплины

Дисциплина изучается в 5 и 6 семестрах, в двух частях. В первой части изучаются такие разделы, как качественный анализ, гравиметрический анализ, титриметрический анализ, комплексонометрия. в первой части студентам как необходимо выполнить домашнюю контрольную работу в методическом пособии: "Аналитический контроль. Методические указания и задачи для самостоятельного решения" (Составитель: В.И. Короткова, Магнитогорск, 2006 год). Номер варианта определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Соответствие последних цифр номеру варианта можно узнать на кафедре у инженера или у преподавателя. Первая часть заканчивается сдачей зачета, допуском к сдаче которого является выполнение и защита лабораторных работ и зачетная домашняя контрольная работа № 1. Вторая часть дисциплины предполагает изучение физико-химических методов анализа. Во второй части также необходимо выполнить контрольную домашнюю работу № 2, содержание которой можно получить у преподавателя или у инженера кафедры МиЕ. Номер варианта определяется по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Соответствие последних цифр номеру варианта можно узнать на кафедре у инженера. Завершается изучение курса сдачей экзамена, допуском к которому является выполнение и защита лабораторных работ, предполагаемых программой и зачетная домашняя контрольная работа №2.

### Методические рекомендации для подготовки к зачету и экзамену

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине заключается в изучении теоретического материала по конспектам лекций, источникам основной и дополнительной литературы, включая темы самостоятельного изучения, ориентируясь на список контрольных вопросов по соответствующим темам. При самостоятельном изучении материала рекомендуется заносить в тетрадь основные понятия, термины, формулировки законов, формулы и уравнения, выводы по изучаемой теме. Изучение любого вопроса необходимо проводить на уровне сущности, а не на уровне отдельных явлений. Это способствует более глубокому и прочному усвоению материала. В случае затруднения при изучении дисциплины следует обращаться за консультацией к преподавателю.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

- на оценку «отлично» – студент должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку «хорошо» – студент должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации,



но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;  
– на оценку «удовлетворительно» – студент должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;  
– на оценку «неудовлетворительно» – студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Освоение дисциплины предполагает как проведение традиционных аудиторных занятий, так и работу в электронной информационно-образовательной среде НИТУ «МИСиС» (ЭИОС), частью которой непосредственно предназначенной для осуществления образовательного процесса является Электронный образовательный ресурс LMS Canvas. Он доступен по URL адресу <https://lms.misis.ru/enroll/E8333T> и позволяет использовать специальный контент и элементы электронного обучения и дистанционных образовательных технологий. LMS Canvas используется преимущественно для асинхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет».

Чтобы эффективно использовать возможности LMS Canvas, а соответственно и успешно освоить дисциплину, нужно:

- 1) зарегистрироваться на курс. Для этого нужно перейти по ссылке ... Логин и пароль совпадает с логином и паролем от личного кабинета НИТУ МИСиС;
- 2) в рубрике «В начало» ознакомиться с содержанием курса, вопросами для самостоятельной подготовки, условиями допуска к аттестации, формой промежуточной аттестации (зачет/экзамен), критериями оценивания и др.;
- 3) в рубрике «Модули», заходя в соответствующие разделы изучать учебные материалы, размещенные преподавателем. В т.ч. пользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, переходя по ссылкам;
- 4) в рубрике «Библиотека» возможно подбирать для выполнения письменных работ (контрольные, домашние работы, курсовые работы/проекты) литературу, размещенную в ЭБС НИТУ «МИСиС»;
- 5) в рубрике «Задания» нужно ознакомиться с содержанием задания к письменной работе, сроками сдачи, критериями оценки. В установленные сроки выполнить работу(ы), подгрузить здесь же для проверки. Удобно называть файл работы следующим образом (название предмета (сокращенно), группа, ФИО, дата актуализации (при повторном размещении)). Например, Экономика\_Иванов\_И.И.\_БМТ-19\_20.04.2020. Если работа содержит рисунки, формулы, то с целью сохранения форматирования ее нужно подгружать в pdf формате.

Работа, подгружаемая для проверки, должна:

- содержать все структурные элементы: титульный лист, введение, основную часть, заключение, список источников, приложения (при необходимости);
- быть оформлена в соответствии с требованиями.

Преподаватель в течение установленного срока (не более десяти дней) проверяет работу и размещает в комментариях к заданию рецензию. В ней он указывает как положительные стороны работы, так замечания. При наличии в рецензии замечаний и рекомендаций, нужно внести поправки в работу, подгрузить ее заново для повторной проверки. При этом важно следить за сроками, в течение которых должно быть выполнено задание. При нарушении сроков, указанных преподавателем возможность подгрузить работу остается, но система выводит сообщение о нарушении сроков. По окончании семестра подгрузить работу не получится;

- 6) в рубрике «Тесты» пройти тестовые задания, освоив соответствующий материал, размещенный в рубрике «Модули»;
- 7) в рубрике «Оценки» отслеживать свою успеваемость;
- 8) в рубрике «Объявления» читать объявления, размещаемые преподавателем, давать обратную связь;
- 9) в рубрике «Обсуждения» создавать обсуждения и участвовать в них (обсуждаются общие моменты, вызывающие вопросы у большинства группы). Данная рубрика также может быть использована для взаимной проверки;
- 10) проявлять регулярную активность на курсе.

Преимущественно для синхронного взаимодействия между участниками образовательного процесса посредством сети «Интернет» используется Microsoft Teams (MS Teams). Чтобы полноценно использовать его возможности нужно установить приложение MS Teams на персональный компьютер и телефон. Старостам нужно создать группу в MS Teams.

Участие в группе позволяет:

- слушать лекции;
- работать на практических занятиях;
- быть на связи с преподавателем, задавая ему вопросы или отвечая на его вопросы в общем чате группы в рабочее время с 9.00 до 17.00;
- осуществлять совместную работу над документами (вкладка «Файлы»).

При проведении занятий в дистанционном синхронном формате нужно всегда работать с включенной камерой.

Исключение – если преподаватель попросит отключить камеры и микрофоны в связи с большими помехами. На аватарках должны быть исключительно деловые фото.

При проведении лекционно-практических занятий ведется запись. Это дает возможность просмотра занятия в случае невозможности присутствия на нем или при необходимости вновь обратиться к материалу и заново его просмотреть.