

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Котова Лариса Анатольевна  
Должность: Директор филиала  
Дата подписания: 10.01.2023 11:06:30  
Уникальный программный ключ:  
10730ffe6b1ed036b744b6a9d97700b86e5c04a7

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	<b>Бакалавр</b>	
Форма обучения	<b>заочная</b>	
Общая трудоемкость	<b>7 ЗЕТ</b>	
Часов по учебному плану	252	Формы контроля на курсах: экзамен 3 зачет 3
в том числе:		
аудиторные занятия	20	
самостоятельная работа	219	
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	219	219	219	219
Часы на контроль	13	13	13	13
Итого	252	252	252	252

Программу составил(и):

*кни, Нефедова 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\_19\_ХимТехнология\_Пр1\_заоч\_2020.plz.xml , 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 24.06.2021 г., №11

Руководитель подразделения к.ф.-м.н., доцент Гюнтер Д.А.

**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	Теория вероятностей и математическая статистика	
2.1.2	Физическая химия	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Государственная итоговая аттестация	
2.2.2	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.2	
2.2.3	Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.3	
2.2.4	Дополнительные главы физической химии	
2.2.5	Моделирование химико-технологических процессов	
2.2.6	Курсовая научно-исследовательская работа	
2.2.7	Решение прикладных задач с использованием MATLAB	

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

<b>ОПК-3.1: готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических процессов, протекающих в окружающем мире</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-3.1-31 аналитические группы ионов, методы их обнаружения и проведения группового анализа	
<b>УК-7.2: способность ставить и решать задачи в области, соответствующей профилю подготовки, с помощью соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов</b>	
<b>Уметь:</b>	
УК-7.2-У1 ставить цель и гипотезу исследования, подбирать оптимальные аналитические методики, рассчитывать погрешность определения	
<b>ОПК-3.1: готовностью использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических процессов, протекающих в окружающем мире</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-3.1-У1 проводить анализ растворов, содержащих смесь катионов	
<b>ПК-1.10: Способностью проводить анализ сырья, материалов и готовой продукции, осуществлять оценку результатов анализа</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-1.10-В1 методами химического и физико-химического анализа состава вещества	
<b>ПК-3.1: Способностью планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</b>	
<b>Владеть:</b>	
ПК-3.1-В1 методами статистической обработки результатов анализа	

**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
	Раздел 1. Качественный анализ							

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		Л1.1 Л1.5Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
1.2	Определение катионов III, IV аналитических групп /Лаб/	3	4		Л1.1Л2.1 Л2.2Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Работа в малых группах		
1.3	Анализ смеси катионов III, IV групп /Лаб/	3	2		Л1.1Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Работа в малых группах		
1.4	Качественный анализ /Ср/	3	7		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		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	8		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.2	Осаждаемая и гравиметрическая формы. Требования к ним. Гравиметрический множитель, расчеты. /Ср/	3	6		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.3	Осаждение (Образование осадка) /Ср/	3	2		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	8		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
2.5	Взвешивание и определение массы серы в осадке. Расчеты. /Ср/	3	4		Л1.1Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4			

2.6	Гравиметрический анализ /Ср/	3	2		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	8		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		Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.6Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.3	Титриметрический анализ. Кислотно-основное титрование. /Ср/	3	6		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.4	Кислотно - основное титрование /Ср/	3	4		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	16		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.6	Окислительно - восстановительное титрование. Перманганатометрия /Ср/	3	8		Л1.1 Л1.3Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
3.7	Окислительно - восстановительное титрование /Ср/	3	8		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		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.2	Комплексонометрическое титрование /Ср/	3	4		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
4.3	Комплексонометрическое титрование. /Ср/	3	4		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
	<b>Раздел 5. Физико-химические методы анализа</b>							
5.1	Физико-химические методы анализа. Классификация методов /Лек/	3	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.2	Электрохимические методы анализа /Ср/	3	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.3	Спектроскопические (оптические) методы анализа /Ср/	3	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.4	Хроматографические методы анализа /Ср/	3	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.5	Радиометрические методы анализа /Ср/	3	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.6	Масс-спектрометрические методы анализа /Ср/	3	4		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.7	Подготовка проб к анализу. Ошибки анализа /Ср/	3	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.8	Методы приготовления стандартных растворов /Ср/	3	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.9	Статистическая обработка результатов анализов /Ср/	3	2		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.10	Кондуктометрия /Ср/	3	2		Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.11	Фотометрические методы анализа /Лаб/	3	6		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4	Работа в малых группах		
5.12	Потенциометрические методы анализа. Определение хрома методом потенциометрического титрования /Ср/	3	2		Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			

5.13	Потенциометрические методы анализа. Определение кислотности среды /Ср/	3	2		Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.14	Электрогравиметрический метод определения содержания меди в стали /Ср/	3	2		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		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		Л1.1 Л1.2Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.17	Определение меди (2) методом дифференциальной фотометрии /Ср/	3	2		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		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		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		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		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		Л1.1 Л1.4Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.23	Определение бария высокочастотным титрованием /Ср/	3	2		Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.24	Определение щелочности воды потенциометрическим титрованием /Ср/	3	8		Л1.1Л2.1Л3. 3 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.25	Электрохимические методы анализа /Ср/	3	4		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			
5.26	/Др/	3	0					
5.27	/Экзамен/	3	13		Л1.1Л2.1 Э1 Э2 Э3 Э4			



**5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)**

Вопросы к экзамену (ОПК-3.1; ПК-1.10; ПК-3.1; УК-7.2)

1. Цели и задачи аналитической химии. Элементный, молекулярный, фазовый анализ. Стадии химического анализа.
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.
3. Статистическая обработка результатов измерений. Случайные погрешности. Их оценка. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа.
4. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительность пробы в химическом анализе. Отбор средней пробы. Подготовка пробы к анализу.
5. Качественный анализ. Предмет и методы качественного анализа. Аналитические реакции и их типы. Условия выполнения аналитических реакций. Дробный и систематический качественный анализ.
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.
7. Регулирование pH растворов. Буферные растворы. Принцип действия буферных растворов. Привести пример.
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.
9. Титриметрические методы. Требования к реакциям. Методы титрования (прямое, обратное, титрования по замещению). Стандартные и стандартизованные растворы.
10. Кривые титрования. Скачок титрования. Точка эквивалентности и точка конца титрования. Способы установления конечной точки титрования.
11. Кислотно-основное титрование. Кривые титрования (сильных кислот и оснований, слабых кислот и оснований). Значения pH в точке эквивалентности.
12. Выбор индикаторов. Индикаторные погрешности.
13. Титрование многокислотных оснований и многоосновных кислот. Определение соды в растворе.
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.
15. Окислительно-восстановительное титрование. Кривые титрования. Факторы, влияющие на величину скачка титрования. Расчет кривых титрования. Редокс-индикаторы. Титрование смесей окислителей (восстановителей).
16. Методы окислительно-восстановительного титрования в химическом анализе (перманганометрия, хроматометрия, иодометрия, броматометрия). Реакции, протекающие между титрантом и определяемым веществом. Использование понятия фактора эквивалентности при расчете результатов анализа.
17. Сущность метода перманганатометрии. Приготовление и стандартизация титранта. Условия титрования. Определение конечной точки титрования.
18. 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 pH раствора.
19. Практическое применение комплексонометрического титрования (определение ионов кальция, магния, железа).
20. Статистическая обработка результатов измерений. Случайные погрешности. Их оценка. Закон нормального распределения. t-Распределение. Сравнение дисперсий и средних двух методов анализа.
21. Общая характеристика электрохимических методов. Природа аналитического сигнала. Классификация электрохимических методов.
22. Электрохимические ячейки. Индикаторный электрод и электрод сравнения. Равновесные и неравновесные электрохимические системы.
23. Явления, возникающие при протекании тока (омическое падение напряжения, концентрационная и кинетическая поляризация). Поляризационные кривые и их использование в различных электрохимических методах.
24. Прямая потенциометрия. Равновесный потенциал. Измерение потенциала. Обратимые и необратимые окислительно-восстановительные системы.
25. Индикаторные электроды. Металлические и мембранные индикаторные электроды. Электроды первого и второго рода.
26. Электроды сравнения. Хлорсеребряный электрод. Каломельный электрод.
27. Потенциометрическое титрование. Изменение электродного потенциала в процессе титрования. Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы.
28. Вольтамперометрия. Основы метода. Особенности электрохимической ячейки. Электроды. Теоретические основы классической полярографии. Устройство, достоинства и недостатки ртутного каплюющего микроэлектрода.
29. Характеристики полярограммы. Потенциал полуволны. Диффузионный ток. Зависимость диффузионного тока от концентрации деполаризатора: уравнение Ильковича.
30. Практическое применение полярографии. Качественный анализ. Количественный анализ. Методы определения концентрации ( градуировочного графика, стандартов, добавок). Возможности и ограничения метода.
31. Амперометрическое титрование. Выбор условий амперометрического титрования. Виды кривых титрования.

- Примеры практического применения. Преимущества амперометрического титрования перед прямой вольтамперометрией.
32. Кондуктометрия. Теоретические основы метода. Электропроводность растворов (удельная, эквивалентная). Электрофоретический и релаксационные эффекты. Зависимость электропроводности от концентрации электролита в растворе. Электропроводность бесконечно разбавленного раствора.
33. Кондуктометрическое титрование. Вид кривых кондуктометрического титрования. Примеры. Особенности и достоинства метода.
34. Высокочастотное титрование. Типы измерительных ячеек. Поляризация молекул в поле высокой частоты (ориентационная и деформационная). Активная и реактивная составляющие электропроводности ячейки. Возможности и ограничения метода.
35. 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.
36. Кулонометрическое титрование. Генераторный электрод. Электрогенерированный титрант. Вспомогательный реагент. Особенности кулонометрического титрования, достоинства и недостатки метода.
37. 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).
38. Молекулярная абсорбционная спектроскопия: ее сущность. Фотометрический анализ. Основной закон светопоглощения, оптическая плотность, пропускание, молярный коэффициент светопоглощения. Аддитивность светопоглощения. Условия соблюдения закона Бугера-Ламберта-Бера.
39. Приборы для фотометрии и спектрофотометрии. Основные узлы приборов для абсорбционных измерений. Выбор оптимальных условий фотометрического определения. Способы определения концентрации.
40. 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.

#### Примеры расчетных заданий(ОПК-3.1; ПК-1.10; ПК-3.1; УК-7.2)

1. Вычислить потенциал индикаторного металлического электрода относительно электрода сравнения, имеющего потенциал фэ.ср., без учета и с учетом ионной силы раствора при следующих условиях

Электрод	Объем электролита, см <sup>3</sup>	Растворенное вещество, его масса или количество	Электрод сравнения	фэ.ср., В
Pd	100	22 (0,1N KCl)	Каломельный	0,337

2. Вычислить pH раствора и концентрацию ионов водорода, если потенциал водородного электрода относительно насыщенного каломельного электрода ( $\varphi = 0,438$  В) составил 0,315 В.
3. Вычислить молярный коэффициент поглощения меди, если оптическая плотность раствора, содержащего 0,48 мг меди в 500 мл, при толщине слоя кюветы 2 см равна 0,14.
4. Для определения железа в промышленной воде из 200 мл воды после упаривания и обработки о-фенантролином было получено 50 мл окрашенного раствора. Оптическая плотность этого раствора при толщине кюветы 2 см оказалась равной 0,92. Определить содержание железа (в мг/л), если молярный коэффициент поглощения этого окрашенного соединения равен 1100.
5. Раствор вещества  $FeCl_3$  титруют раствором KF. Составьте уравнение химической реакции и, пользуясь значениями подвижностей ионов (табл. 6), определите вид кривой кондуктометрического титрования.
6. Вычислить молярную рефракцию четыреххлористого углерода  $CCl_4$ , если показатель преломления  $n = 1,4603$ , а плотность  $\rho = 1,604$ . Сравните найденную рефракцию с вычисленной по табличным значениям атомных рефракций.

#### Примеры расчетных заданий

1. Вычислить потенциал индикаторного металлического электрода относительно электрода сравнения, имеющего потенциал фэ.ср., без учета и с учетом ионной силы раствора при следующих условиях

Электрод	Объем электролита, см <sup>3</sup>	Растворенное вещество, его масса или количество	Электрод сравнения	фэ.ср., В
Pd	100	22 (0,1N KCl)	Каломельный	0,337

2. Вычислить pH раствора и концентрацию ионов водорода, если потенциал водородного электрода относительно насыщенного каломельного электрода ( $\varphi = 0,438$  В) составил 0,315 В.
3. Вычислить молярный коэффициент поглощения меди, если оптическая плотность раствора, содержащего 0,48 мг меди в

500 мл, при толщине слоя кюветы 2 см равна 0,14.

4. Для определения железа в промышленной воде из 200 мл воды после упаривания и обработки о-фенантролином было получено 50 мл окрашенного раствора. Оптическая плотность этого раствора при толщине кюветы 2 см оказалась равной 0,92. Определить содержание железа (в мг/л), если молярный коэффициент поглощения этого окрашенного соединения равен 1100.

5. Раствор вещества  $FeCl_3$  титруют раствором  $KF$ . Составьте уравнение химической реакции и, пользуясь значениями подвижностей ионов (табл. 6), определите вид кривой кондуктометрического титрования.

6. Вычислить молярную рефракцию четыреххлористого углерода  $CCl_4$ , если показатель преломления  $n = 1,4603$ , а плотность  $\rho = 1,604$ . Сравните найденную рефракцию с вычисленной по табличным значениям атомных рефракций.

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Примерные типы задач для домашней работы (ОПК-3.1; ПК-1.10; ПК-3.1; УК-7.2)

#### Задача №1

Содержание фосфора в сплаве около 0,9 %. Рассчитайте массу навески сплава, которую необходимо взять, чтобы гравиметрическим методом определить содержание фосфора в сплаве, если масса весовой формы  $Mg_2P_2O_7$  0,1 грамм.

#### Задача №2

Рассчитайте концентрацию железа в растворе и полученную при этом ошибку, если оптическая плотность равна 0,46, толщина кюветы 1 см, молярный коэффициент поглощения 1100.

#### Задача №3

Электролизу на инертных электродах подвергался раствор  $CuSO_4$  в течение 20 мин при силе тока 0,6 А. Рассчитайте массу продуктов электролиза и ошибку расчетов, если класс точности амперметра 0,5, а максимально измеряемый ток прибором 0,75.

#### Задача №4

Для приготовления раствора вещества  $HCl$  объемом 100 мл было взято 2 мл исходного раствора плотностью 1,09 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте нормальность полученного раствора и погрешность её определения.

#### Задача №5

Вычислите потенциал цинкового электрода, погруженного в раствор, содержащий ионы  $Zn^{2+}$  в концентрации 0,1 моль/л

Итоговое тестирование может быть проведено дистанционно в системе LMS Canvas в виде тестирования (ОПК-3.1; ПК-1.10; ПК-3.1; УК-7.2)

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

Экзаменационный билет № 0(ОПК-3.1; ПК-1.10; ПК-3.1; УК-7.2)

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 итогового тестирования, проводимого в дистанционной форме в LMS Canvas

85 ≤ Процент верных ответов ≤ 100 - отлично

70 ≤ Процент верных ответов < 84 - хорошо

50 ≤ Процент верных ответов < 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., Жерносок А.К., Талуть И.Е.	Аналитическая химия. Химические методы анализа. : Учебное пособие.		М. Инфра – М, , 2012,

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год, эл. адрес
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)
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

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

## 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;

- б) 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.