

Документ подписан простыми электронными подписями
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 14.07.2025 15:28:08
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

14 мая 2025г.



Рабочая программа дисциплины

Ионометрия

Закреплена за кафедрой:	Неорганической и аналитической химии
Направление подготовки:	04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия
Направленность (профиль):	Экспертная и медицинская химия: теория и практика.
Квалификация:	Химик. Преподаватель химии
Форма обучения:	очная
Семестр:	5,6

Программу составил(и):

канд. хим. наук, доц., Минина Мария Владимировна

Тверь, 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели освоения дисциплины (модуля):

Подготовка специалистов, владеющих теоретическими основами и практическими приемами ионометрии.

Задачи:

Подготовить студентов, умеющими реализовать возможности, заложенные в аппаратуру для проведения ионометрических измерений путем разработки новых методик и реализации описанных методов, а также владеющими свободной эксплуатацией основных приборов для выполнения этих анализов, обычно имеющихся в химических лабораториях (иономеры, рН-метры, и т.д.)

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Физическая химия

Аналитическая химия

Физика

Неорганическая химия

Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость	5 ЗЕТ
Часов по учебному плану	180
в том числе:	
аудиторные занятия	122
самостоятельная работа	31
часов на контроль	27

4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-1.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

ПК-1.2: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

ПК-1.3: Готовит объекты исследования

ПК-2.1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)

ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической техно-логии)

5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
экзамены	6
зачеты	5

6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Введение					
1.1	Введение	Лек	5	1	Э1	
	Раздел 2. ИонOMETрия					
2.1	ИонOMETрия	Лек	5	33	Л1.1Л2.1 Э1	
2.2	ИонOMETрия	Лаб	5	34	Л1.2 Э1	
2.3	ИонOMETрия	Ср	5	4	Э1	
2.4	ИонOMETрия	Лек	6	11	Л1.1 Э1	
2.5	ИонOMETрия	Лаб	6	30	Л1.2 Э1	
	Раздел 3. Кондуктометрия					
3.1	Кондуктометрия	Лек	6	7	Л2.1 Э1	
3.2	Кондуктометрия	Лаб	6	6	Э1	
3.3	Кондуктометрия	Ср	6	27	Э1	
	Раздел 4. Контроль					
4.1	Контроль	Экзамен	6	27		

Образовательные технологии**1. Введение:**

Проектная технология

Информационные (цифровые) технологии

2. ИонOMETрия:

Проектная технология

Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)

Информационные (цифровые) технологии

Технологии развития критического мышления

3. Кондуктометрия:

Проектная технология

Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)

Информационные (цифровые) технологии

Технологии развития критического мышления

Список образовательных технологий

1	Проектная технология
---	----------------------

2	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
3	Информационные (цифровые) технологии
4	Технологии развития критического мышления

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

Оценочные средства для проведения текущей аттестации приведены в приложении 2.

8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации приведены в приложении 2.

8.3. Требования к рейтинг-контролю

1 МОДУЛЬ

Лабораторная работа №1

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Лабораторная работа №2

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Лабораторная работа №3

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Лабораторная работа №4

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Выполнение индивидуального экспериментального задания - 10 баллов

Первая контрольная точка 50 баллов

Лабораторная работа №5

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

Лабораторная работа №6

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл

работы – 1 балл

Лабораторная работа №7

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 1 балл

Лабораторная работа №8

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 1 балл

Выполнение индивидуального экспериментального задания - 10 баллов

Вторая контрольная точка 50

баллов

Зачет

Итого

за

семестр

100

баллов

2 МОДУЛЬ

Лабораторная работа №9

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -2 балла

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 1 балл

Первая контрольная точка 30

баллов

Лабораторная работа №9

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 3 балла

Лабораторная работа №10

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 3 балла

Лабораторная работа №11

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 3 балла

Лабораторная работа №12

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов

Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла

Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл

Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной

работы – 3 балла

Первая контрольная точка 30

баллов

Лабораторная работа №13

Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов	
Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла	
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл	
Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 3 балла	
Лабораторная работа №14	
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов	
Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла	
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл	
Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 3 балла	
Лабораторная работа №15	
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов	
Объяснение теоретических основ данной работы – 1 балла	
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы -1 балл	
Премияльный баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 3 балла	
Вторая контрольная точка	30
баллов	
Экзамен – итоговое тестирование по теме	40 баллов
Итого за семестр	100 баллов

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

9.1. Рекомендуемая литература

9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Александрова, Гайдукова, Физико-химические методы анализа, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-17720-6, URL: https://urait.ru/bcode/536376
Л1.2	Кузнецова, Григорьев, Техника лабораторного эксперимента в химии, Москва: Юрайт, 2024, ISBN: 978-5-534-14666-0, URL: https://urait.ru/bcode/544429

9.1.2. Дополнительная литература

Шифр	Литература
Л2.1	Егорова О. В., Физико-химические методы исследования и техника лабораторных работ. Основы микроскопии, Санкт-Петербург: Лань, 2023, ISBN: 978-5-507-46840-9, URL: https://e.lanbook.com/book/322619

9.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сайт химического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»: http://www.chem.msu.su/
----	---

9.3.1 Перечень программного обеспечения

1	Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows
2	Adobe Acrobat Reader
3	Google Chrome

4	WinDjView
5	OpenOffice
6	Foxit Reader

9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	ЭБС «ZNANIUM.COM»
2	ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
3	ЭБС IPRbooks
4	ЭБС «Лань»
5	ЭБС BOOK.ru
6	ЭБС ТвГУ
7	ЭБС «ЮРАИТ»
8	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)

10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-406	комплект учебной мебели, весы, лабораторные ионометры, портативные рН-метры, потенциостат-гальваностат, сканер, шкафы, компьютеры, гиря

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Методические материалы и указания приведены в приложении 1.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине - Содержание дисциплины. - Методические материалы для работы на лабораторных занятиях. - Методические материалы для подготовки к экзамену. 1. Содержание дисциплины Тема 1. Введение. Классификация электрохимических методов анализа (ЭМА). Области применения ЭМА, анализ веществ высокой чистоты. Титрометрические варианты ЭМА. Тема 2. Ионметрия Основные понятия о ионметрии. Прямая ионметрия и потенциометрическое титрование. Используемая аппаратура. Электроды сравнения, назначение, основные требования к ним, конструкции. Потенциализирующие приборы, назначение, основные требования, устройство. рН-метр и иономер; особенности их устройств, основные характеристики. Марки отечественных иономеров и рН-метров, особенности их эксплуатации. Прямая ионметрия. Жидкостные диффузионные потенциалы. Определение активности ионов методом стандартных добавок и с использованием калибровочного графика. Применение прямой ионметрии. Потенциометрическое определение катионов с использованием металлических электродов. Конструкции металлических электродов. Электроды для определения рН (водородный, сурьмяный, стеклянный). Практическое измерение рН. Буферные растворы. Марки отечественных электродов для измерения рН и их основные характеристики. Настройка рН-метра (иономера). Ионселективные мембранные электроды, классификация. Жидкостные ионообменные электроды,

принципы их работы, конструкция. Твердые мембранные электроды, устройство и принцип работы. Гетерогенные мембранные электроды. Электроды с иммобилизованными ферментами и клетками. Электроды из инертного металла.

Тема 3. Потенциометрическое титрование

Потенциометрическое титрование. Техника потенциометрического титрования. Определение точки эквивалентности.

Применение потенциометрического титрования. Кислотно-основное потенциометрическое титрование; построение кривых титрования. Потенциометрическое титрование, использующее реакции осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления; построение соответствующих кривых титрования.

Тема 4. Методы анализа на основе удельной электропроводности.

Теоретические основы метода. Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрические методы анализа: прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование.(кислотно-основное, титрование, основанное на реакциях осаждения, комплексообразования) Аппаратура и техника выполнения анализа.

2. Методические материалы для работы на лабораторных занятиях

Перечень лабораторных работ

Наименование темы	Наименование работы
Ионометрия (на примере анализа модельных растворов)	1. Ознакомление с правилами работы на приборах для ионометрии (иономеры, рН-метры). Настройка, калибровка, подготовка электродов к работе. 2. Определение содержания нитрат-ионов в модельной смеси методом прямой ионометрии с использованием калибровочного графика. 3. Определение содержания F^- в модельной смеси методом стандартных добавок 4. Определение железа (III) потенциометрическим титрованием по методу комплексообразования 5. Определение железа (III) потенциометрическим ОВ-титрованием 6. Анализ смеси иодидов и хлоридов потенциометрическим титрованием по методу осаждения 7. Определение содержания HCl и H_3BO_3 при совместном присутствии 8. Определение содержания тетрациклина в модельной смеси с использованием экспериментального ионоселективного электрода
Ионометрия (анализ технологических и биологических объектов)	9. Определение содержания NO_3^- в растительном сырье 10. Определение содержания железа в железоникелевом сплаве методом ОВ-потенциометрического титрования 11. Определение содержания серебра в серебряно-оловянном сплаве методом окислительного титрования 12. Определение содержания тетрациклина в готовой лекарственной форме
Кондуктометрия	13. Ознакомление с правилами работы на приборах для кондуктометрии. Настройка, калибровка, подготовка электродов к работе. 14. Анализ смеси сульфата меди и серной кислоты методом кондуктометрического титрования 15. Определение содержания меди в гальванической ванне меднения.

3. Методические материалы для подготовки к экзамену.

Программа итогового экзамена

Классификация электрохимических методов анализа (ЭМА). Области применения ЭМА, анализ веществ высокой чистоты. Титрометрические варианты ЭМА.

Основные понятия о ионометрии. Прямая ионометрия и потенциометрическое титрование. Используемая аппаратура.

Электроды сравнения; назначение, основные требования к ним, конструкции.

Потенциализирующие приборы, назначение, основные требования, устройство. рН-метр и иономер; особенности их устройств, основные характеристики. Марки отечественных иономеров и рН-метров, особенности их эксплуатации.

Прямая ионометрия. Жидкостные диффузионные потенциалы. Определение активности ионов методом стандартных добавок и с использованием калибровочного графика.

Применение прямой ионометрии. Потенциометрическое определение катионов с использованием

металлических электродов. Конструкции металлических электродов. Электроды для определения pH (водородный, сурьмяный, стеклянный).

Практическое измерение pH. Буферные растворы. Марки отечественных электродов для измерения pH и их основные характеристики. Настройка pH-метра (иономера).

Ионселективные мембранные электроды, классификация. Жидкостные ионообменные электроды, принципы их работы, конструкция. Твердые мембранные электроды, устройство и принцип работы. Гетерогенные мембранные электроды. Электроды с иммобилизованными ферментами и клетками. Электроды из инертного металла.

Потенциометрическое титрование. Техника потенциометрического титрования. Определение точки эквивалентности.

Применение потенциометрического титрования. Кислотно-основное потенциометрическое титрование; построение кривых титрования. Потенциометрическое титрование, использующее реакции осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления; построение соответствующих кривых титрования.

Теоретические основы метода. Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрические методы анализа: прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование (кислотно-основное, титрование, основанное на реакциях осаждения, комплексообразования). Аппаратура и техника выполнения анализа.

Построение кривых потенциометрического титрования всех типов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ			
5.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации			
Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации			
Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<i>Задания закрытого типа</i>			
1	1	При потенциометрическом титровании можно определить отдельно в растворе при совместном присутствии следующие галогенид-ионы 1) Cl^- , Br^- , I^- 2) Cl^- , Br^- 3) Br^- , I^- 4) Cl^- , I^-	1 балл за правильный ответ
2	2	В растворе, содержащем хлорид-ионы, серебряный электрод является электродом 1) первого рода 2) второго рода 3) третьего рода 4) четвертого рода	1 балл за правильный ответ
3	4	Метод, основанный на измерении потенциала электрода в анализируемом растворе и после введения известного объема стандартного раствора, называется 1) метод градуировочного графика 2) метод градуировки электрода 3) метод стандартов	1 балл за правильный ответ
4	Метод основан на сравнении потенциала индикаторного электрода, измеренного в растворе определяемого иона, с потенциалами, измеренными в двух или более стандартных растворах с известной	В чем суть прямых потенциометрических измерений?	1 балл за правильный ответ

	концентрацией определяемого иона.			
5	В качестве индикаторных электродов используются инертные электроды из платины, золота, ртути, серебра.	Какие электроды можно использовать в качестве индикаторных для осадительного титрования?	1 балл за правильный ответ	
Задания открытого типа				
6	Навеску железосодержащей руды массой 0,3241 г растворили в кислоте без доступа воздуха, перенесли в мерную колбу вместимостью 200 мл и довели объем до метки. Отобрали аликвоту полученного раствора 10 мл, поместили в стакан для титрования и оттитровали железо (II) потенциометрически 0,0500 н раствором KMnO4. По полученным результатам рассчитать массовую долю железа в руде. V, 2,5 2,6 2,7 2,8 2,85 2,9 3 3,1 3,2 мл E, 585 570 550 530 410 180 165 155 145 мВ	3 балла		
Правильный ответ (ключ):				
1. Для того, чтобы найти массу железа в анализируемом растворе по данным титрования, используется закон эквивалентов: CxVx = CtVt В протекающей при титровании реакции фактор эквивалентности Fe (II) 1/z = 1. Для нахождения Vt построим кривую титрования в координатах E – V. Найдем точку эквивалентности: Vt = 2,86 мл.		1 балл		
2. Рассчитаем концентрацию железа в титруемом растворе согласно закону эквивалентов C(Fe) · 10 = 0,0500 · 2,9, C(Fe) = 0,0145 (моль-экв/л). Масса железа в исследуемом растворе: m(Fe) = C(Fe) · Vp-ра · M(Fe).		1 балл		
3. С учетом исходного объема раствора и относительной атомной массы железа (55,845 г/моль) находим массу железа в растворе, и, соответственно, в навеске руды: m(Fe) = 0,0145 · 0,2 · 55,845 = 0,1620 (г). Содержание железа в руде: ω(Fe) = (m(Fe) / mруды) · 100% ω(Fe) = (0,1620 / 0,3241) · 100% = 49,98%. Ответ: ω(Fe) = 49,98%.		1 балл		
		Итого: 3 балла		
7	Титр раствора HCl 0,03647 г/см³. Чему равен его титр по KOH?	3 балла		
Правильный ответ (ключ):				
1. Для определения TНСl/КОН воспользуемся формулой T(НСl/КОН) = C(НСl)· M(fэкв(КОН) КОН) / 1000 Чтобы найти нужный титр, необходимо определить C(НСl). Для этого воспользуемся формулой C(НСl) = T(НСl)·1000 / M(fэкв(НСl) M(fэкв(НСl)НСl) = M/1 = 36,5 г/моль M(fэкв(КОН) КОН) = M/1 = 56 г/моль		1 балл		
2. C(НСl) = 0,003647·1000/36,5 = 0,9991 моль/дм³				
3. T(НСl/КОН) = 0,9991·56/1000 = 0,0559 г/см³		1 балл		
Ответ: T(НСl/КОН) = 0,0559 г/см³.		1 балл		
		Итого: 3 балла		
8	Навеску образца массой 0,2000 г, содержащего калий, растворили в воде и объем довели до 100 мл. Затем измерили электродный потенциал калийселективного электрода в полученном растворе, равный 60 мВ. Вычислить массовую долю (%) калия в образце, если зависимость потенциала калийселективного электрода от концентрации стандартных растворов К ⁺ следующая: С (К ⁺), 1·10 ⁻¹ 1·10 ⁻² 1·10 ⁻³ 1·10 ⁻⁴ моль/л	3 балла		

	E, мВ	100	46,0	–7,0	–60,0																																
Правильный ответ (ключ): 1. По этим данным строится градуировочный график в координатах E – pC(K⁺). 2. Из графика при потенциале 60 мВ определяется pC = 1,75. Откуда C_M(K⁺) = 1,78·10^{–2} моль/л. 3. Рассчитывается массовая доля калия в образце по формуле $\omega = \frac{C_M \cdot M \cdot V \cdot 100}{1000 \cdot n} = \frac{1,78 \cdot 10^{-2} \cdot 39 \cdot 100 \cdot 100}{1000 \cdot 0,2000} = 35\%.$ Ответ: ω = 35%						1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла																															
9	Определить концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20,0 мл этого раствора 0,2 моль/л раствором AgNO₃ получили следующие результаты: <table><tr><td>V</td><td>15,0</td><td>20,0</td><td>22,0</td><td>24,0</td><td>24,5</td><td>24,9</td><td>25,0</td><td>25,1</td><td>25,5</td></tr><tr><td>(AgNO₃), мл</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>E, мВ</td><td>307</td><td>328</td><td>342</td><td>370</td><td>388</td><td>428</td><td>517</td><td>606</td><td>646</td></tr></table>					V	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5	(AgNO ₃), мл										E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646	3 балла	
V	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5																												
(AgNO ₃), мл																																					
E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646																												
Правильный ответ (ключ): 1. Строим график потенциометрического титрования в координатах E (мВ) – V(AgNO₃), мл. Из графика находится эквивалентный объем титранта нитрата серебра, затраченный на титрование хлорида натрия: V_{т.э}(AgNO₃) = 25,0 мл. 2. Из закона эквивалентов рассчитываем молярную концентрация эквивалента хлорида натрия $C_n(\text{NaCl}) = \frac{C_n(\text{AgNO}_3) \cdot V_{\text{т.э}}}{V_{\text{NaCl}}} = \frac{0,2 \cdot 25}{20} = 0,25 \text{ моль /л.}$ 3. Делаем пересчет на концентрацию в единицах измерения (г/л): C (NaCl) = C_n (NaCl) • M_э = 0,25 • 58,5 = 14,61 г/л. Ответ: C (NaCl) = 14,61 г/л.						1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла																															
10	Определить потенциал хингидронного электрода при титровании 0,1 моль/л раствора уксусной кислоты 0,1 моль/л раствором NaOH в точке эквивалентности. В качестве электрода сравнения используется каломельный электрод с концентрацией 1 моль/л, температура 20 °С. Учесть разбавление раствора					3 балла																															
Правильный ответ (ключ): 1. Потенциал хингидронного электрода равен $E = E_{\text{х.г.э}}^0 - 0,058\text{pH} - E_{\text{н.к.э}},$ где E_{х.г.э}⁰ – стандартный потенциал хингидронного электрода, равный 0,703 В; E_{н.к.э} – потенциал каломельного электрода, равный 0,284 В (табличные данные при 20 °С). 2. В точке эквивалентности pH ацетата натрия рассчитывается по формуле для соли, образованной слабой кислотой и сильным основанием: $\text{pH} = 7 + 1/2\text{p}K_{\text{к}} + 1/2\lg C_{\text{с}} = 8,7.$ 3. Концентрация соли принята с учетом разбавления 0,05 моль/л; значение pK = 4,76. Откуда $E = 0,703 - 0,058 \cdot 8,7 - 0,284 = -0,085 \text{ В.}$ Ответ: E = –0,085 В.						1 балл 1 балл 1 балл Итого: 3 балла																															
Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина		Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)			Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания																																
ПК-1.1 Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР		1. Рассчитайте pH раствора при титровании 100 мл 0,1 н. раствора CH ₃ COOH (K = 1,74*10 ^{–5}) 0,1 н. раствором NaOH для точек, когда прилито титранта объемом 0; 99,9; 100; 100,1% от эквивалентного			Имеется полное верное решение включающее правильный ответ – балла; Дано верное решение, не допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла–																																

	объема. Укажите интервал pH скачка титрования. Предложите приборное обеспечение для этой методики. 2. Определите концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20 мл раствора 0,2 н. AgNO₃ получены следующие результаты <table><tr><td>V, мл</td><td>15,0</td><td>20,0</td><td>22,0</td><td>24,0</td><td>24,5</td><td>24,9</td><td>25,0</td><td>25,1</td><td>25,5</td></tr><tr><td>E, мВ</td><td>307</td><td>328</td><td>342</td><td>370</td><td>388</td><td>428</td><td>517</td><td>606</td><td>646</td></tr></table> Предложите приборное обеспечение для этой методики.	V, мл	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5	E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646	балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»
V, мл	15,0	20,0	22,0	24,0	24,5	24,9	25,0	25,1	25,5													
E, мВ	307	328	342	370	388	428	517	606	646													
ПК-1.2 Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР	1. Рассчитайте концентрацию NH₄VO₃ в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора NH₄VO₃ 0,1 моль-экв/л раствором FeSO₄ были получены следующие данные: <table><tr><td>V(мл)</td><td>10,0</td><td>13,0</td><td>13,5</td><td>14,0</td><td>14,5</td><td>15,0</td><td>15,5</td><td>16,0</td></tr><tr><td>E(мВ)</td><td>730</td><td>700</td><td>680</td><td>650</td><td>550</td><td>500</td><td>480</td><td>470</td></tr></table> Предложите приборное обеспечение для этой методики. Объясните методику настойки предложенного оборудования. 2. Рассчитайте pH раствора при титровании 100 мл 0,1 н. раствора CH₃COOH (K = 1,74*10⁻⁵) 0,1 н. раствором NaOH для точек, когда прилито титранта объемом 0; 99,9; 100; 100,1% от эквивалентного объема. Укажите интервал pH скачка титрования. Предложите приборное обеспечение для этой методики и его настройку.	V(мл)	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0	E(мВ)	730	700	680	650	550	500	480	470	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены несущественные фактические ошибки, не искажающие общего смысла– 2 балла; • Имеется верное решение только части задания– 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»		
V(мл)	10,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,0														
E(мВ)	730	700	680	650	550	500	480	470														
ПК-1.3 Готовит объекты исследования	1. Рассчитайте потенциал серебряного электрода в растворе с активностью иодид-ионов, равной единице, и насыщенном AgI. 2. В 50.0 мл раствора содержащего Pb(II), погрузили свинец-селективный электрод, потенциал которого равен -0,471В (НКЭ).Добавили 5, 0 мл 0,0200 М раствора Pb(II) потенциал стал -0,449 В. Какова концентрация свинца в растворе? 3. Вычислить потенциал платинового электрода, помещенного в раствор FeSO₄, на 99% оттитрованного раствором КМп04.	Правильно выбран вариант ответа – 1 балл Тест из 3 заданий: 1 балл – «3», 2 балла – «4», 3 балла – «5»																				

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2

Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы

Номер задания	Правильный ответ (ключ)	Содержание вопроса/задания	Критерии оценивания заданий
<i>Задания закрытого типа</i>			
1	3	Ионометрия основана на измерении 1) сопротивления 2) проводимости 3) электродвижущих сил 4) количества электричества	1 балл за правильный ответ
2	1	Требования, предъявляемые к электроду сравнения 1) постоянный потенциал 2) механическая прочность 3) высокий мембранный потенциал 4) высокая восприимчивость к изменению pH	1 балл за правильный ответ
3	Стеклянный электрод селективен к ионам водорода.	К каким ионам селективен стеклянный электрод?	1 балл за правильный ответ
4	Серебряный электрод - электрод из металлического серебра (Ag); представляет собой электрод первого типа, используемый в потенциометрии в качестве индикаторного электрода.	К какому типу электродов относится серебряный электрод?	1 балл за правильный ответ
5	Стеклянные электроды — тип ионоселективных электродов. Стеклянный электрод представляет собой устройство из припаянного на конце толстостенной стеклянной трубки стеклянного шарика диаметром 15-20 мм с толщиной стенок 0.06-0.1 мм, изготовленного из специального стекла с большим содержанием щелочных металлов - лития или натрия. Шарик заполнен 0.1 м раствором HCl, насыщенным AgCl. В раствор погружена серебряная проволока, покрытая хлоридом серебра и являющаяся токоотводом.	К какому типу электродов относится стеклянный электрод? Опишите строение стеклянного электрода.	1 балл за правильный ответ
<i>Задания открытого типа</i>			
6	Для определения уксусной и соляной кислот в их смеси 5 мл анализируемого раствора поместили в стакан для титрования и		3 балла

	оттитровали потенциометрически 0,0500 н раствором КОН. Используя полученные данные определить концентрации кислот (моль/л) в исследуемом растворе <table><tr><td>V, мл</td><td>0,2</td><td>0,4</td><td>0,6</td><td>0,8</td><td>1,0</td><td>1,2</td><td>1,4</td><td>1,6</td><td>1,8</td></tr><tr><td>pH</td><td>2,35</td><td>2,4</td><td>2,45</td><td>2,55</td><td>2,9</td><td>3,55</td><td>4,8</td><td>4,95</td><td>5,45</td></tr></table>	V, мл	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	pH	2,35	2,4	2,45	2,55	2,9	3,55	4,8	4,95	5,45		
V, мл	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8														
pH	2,35	2,4	2,45	2,55	2,9	3,55	4,8	4,95	5,45														
Правильный ответ (ключ): 1. Для нахождения концентраций кислот в анализируемом растворе по данным титрования используем закон эквивалентов. В протекающих при титровании реакциях $\text{HCl} + \text{KOH} = \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{KOH} = \text{CH}_3\text{COOK} + \text{H}_2\text{O}$ факторы эквивалентности кислот и КОН равны 1. 2. Для нахождения объема титранта в точке эквивалентности построим кривую титрования в координатах pH – V. Так как в анализируемом растворе присутствуют две кислоты, на кривой титрования наблюдаются два скачка: первый соответствует сильной кислоте HCl, второй – слабой кислоте CH ₃ COOH. Найдем объемы титранта в точках эквивалентности: V ₁ = 1,39 мл, V ₂ = (2,2 – 1,39) = 0,81 мл. 3. Рассчитаем концентрации кислот в титруемом растворе согласно закону эквивалентов: C ₁ V ₁ = C ₂ V ₂ , C(HCl) · 5 = 0,0500 · 1,39, C(HCl) = 0,0500 · 1,39 / 5 = 0,0139 (моль/л). C(CH ₃ COOH) · 5 = 0,0500 · 0,81, C(CH ₃ COOH) = 0,0500 · 0,81 / 5 = 0,0081 (моль/л). Ответ: C(HCl) = 0,0139 (моль/л), C(CH ₃ COOH) = (моль/л).		1 балл <																					

$m(\text{HNO}_3) = C(\text{HNO}_3) \cdot M(\text{HNO}_3) \cdot V(\text{HNO}_3) = 0,2000 \cdot 63,0 \cdot 3,0 = 37,8 \text{ г.}$ 2. Рассчитываем массу раствора азотной кислоты с массовой долей 50,0 %, содержащего 37,8 г HNO_3. Составляем пропорцию: в 100 г раствора содержится 50,0 г HNO_3, в x г раствора - 37,8 г HNO_3; $x = 100 \cdot 37,8 / 50,0 = 75,6 \text{ г.}$ 3. От найденной массы навески раствора азотной кислоты переходят к ее объему: $V(\text{HNO}_3) = m(p-pa) / \rho = 75,6 / 1,310 = 57,71 \text{ мл}$ Ответ: $V(\text{HNO}_3) = 57,71 \text{ мл}$		1 балл	
		1 балл	
		Итого: 3 балла	
9	Титруют 25 мл 0,1 М раствора CH_3COOH раствором NaOH той же концентрации. Рассчитать pH раствора при прибавлении 20 мл щелочи.	3 балла	
Правильный ответ (ключ): 1. Уравнение реакции имеет вид: $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} = \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ При добавлении к 25 мл 0,1 М раствора CH_3COOH 20 мл 0,1 М раствора гидроксида натрия в результате реакции появится эквивалентное количество ацетат-иона, который в смеси с уксусной кислотой образует ацетатный буферный раствор. Поэтому до точки эквивалентности pH раствора можно рассчитать по формуле, использующейся для расчета pH буферных растворов, образованных слабой кислотой и ее хорошо растворимой солью: $\text{pH} = \text{pK}_{\text{кисл}} - \lg C_{\text{кисл}} / C_{\text{соли}}$ 2. Концентрация оставшейся уксусной кислоты в растворе вычисляется по формуле: $C_{\text{(кисл)}} = [C_{\text{H(кисл)}} \cdot V_{\text{(кисл)}} - C_{\text{H(осн)}} \cdot V_{\text{(осн)}}] / [V_{\text{(кисл)}} + V_{\text{(осн)}}]$. Тогда $C(\text{CH}_3\text{COOH}) = [C_{\text{H(CH}_3\text{COOH)}} \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) - C_{\text{H(NaOH)}} \cdot V(\text{NaOH})] / [V(\text{CH}_3\text{COOH}) + V(\text{NaOH})] =$ $= [(0,1 \cdot 25) - (0,1 \cdot 20)] / (25 + 20) = (2,5 - 0,2) / 45 = 0,011 \text{ моль/л.}$ Концентрация ацетата натрия – по формуле: $C_{\text{(соли)}} = [C_{\text{H(осн)}} \cdot V_{\text{(осн)}}] / [V_{\text{(кисл)}} + V_{\text{(осн)}}]$. Тогда $C(\text{CH}_3\text{COONa}) = [C_{\text{H(NaOH)}} \cdot V(\text{NaOH})] / [V(\text{CH}_3\text{COOH}) + V(\text{NaOH})] =$ $= (0,1 \cdot 20) / (25 + 20) = 2 / 45 = 0,044 \text{ моль/л.}$ Отсюда 3. $\text{pH} = \text{pK}(\text{CH}_3\text{COOH}) - \lg C(\text{CH}_3\text{COOH}) / C(\text{CH}_3\text{COONa}) = 4,76 - \lg 0,011 / 0,044 = 5,36$. Ответ: $\text{pH} = 5,36$.		1 балл	
		1 балл	
		Итого: 3 балла	
10	Рассчитать pH раствора, полученного при титровании, когда к 20 мл 0,2 М раствора HCl прилит 0,2 М раствор NaOH в таких объемах: а) 17 мл; б) 20 мл; в) 21 мл.	3 балла	
Правильный ответ (ключ): 1. Запишем уравнение реакции: $\text{HCl} + \text{NaOH} = \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ Из уравнения реакции вытекает, что 1 моль HCl реагирует с 1 моль NaOH, т.е. $n(\text{HCl}) = n(\text{NaOH})$. а) Рассчитаем pH при добавлении 17 мл NaOH, получим: $[H^+] = [C_{\text{H(HCl)}} \cdot V(\text{HCl}) - C_{\text{H(NaOH)}} \cdot V(\text{NaOH})] / [V(\text{HCl}) + V(\text{NaOH})] = [(0,2 \cdot 20) - (0,2 \cdot 17)] / (20 + 17) = 0,0162 \text{ моль/л;}$ $\text{pH} = -\lg[H^+] = -\lg 0,0162 = 2 - 0,21 = 1,79$. $\text{pH} = 1,79$. б) Рассчитаем pH при добавлении 20 мл NaOH, получим: При добавлении к 20 мл 0,2 М раствора HCl 20 мл 0,2 М раствора NaOH образуется нейтральный раствор, наблюдается полная нейтрализация HCl. В точке эквивалентности раствора сильной кислоты раствором сильного основания реакция среды нейтральная. Тогда pH нейтрального раствора равен 7. в) Рассчитаем pH при добавлении 21 мл NaOH, получим: При добавлении 21 мл 0,2 М NaOH к 20 мл 0,2 М раствора HCl в смеси будет наблюдаться избыток NaOH, поэтому необходимо рассчитать концентрацию гидроксид-ионов, получим; $[\text{OH}^-]_{\text{изб}} = [C_{\text{H(NaOH)}} \cdot V(\text{NaOH}) - C_{\text{H(HCl)}} \cdot V(\text{HCl})] / [V(\text{HCl}) + V(\text{NaOH})] = [(0,2 \cdot 21) - (0,2 \cdot 20)] / (20 + 21) = 0,00488 \text{ моль/л.}$ Тогда $\text{pH} = 14 + \lg[\text{OH}^-]_{\text{изб}} = 14 + \lg(4,88 \cdot 10^{-3}) = 14 + (-3 + 0,69) = 11,69$.		1 балл	
		1 балл	
		1 балл	

Ответ: а) рН = 1,79, б) рН = 7, в) рН = 11,69.		Итого: 3 балла	
Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания	
ПК-2.1 Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)	Рассчитайте концентрацию NH_4VO_3 в анализируемом растворе, если при потенциометрическом титровании 20,0 мл раствора NH_4VO_3 0,1 моль-экв/л раствором FeSO_4 были получены следующие данные: $V(\text{мл})$ 10,0 13,0 13,5 14,0 14,5 15,0 15,5 16,0 $E(\text{мВ})$ 730 700 680 650 550 500 480 470 Предложите приборное обеспечение для этой методики. Объясните методику настойки предложенного оборудования. 2. Рассчитайте рН раствора при титровании 100 мл 0,1 н. раствора CH_3COOH ($K = 1,74 \cdot 10^{-5}$) 0,1 н. раствором NaOH для точек, когда прилито титранта объемом 0; 99,9; 100; 100,1% от эквивалентного объема. Укажите интервал рН скачка титрования. Предложите приборное обеспечение для этой методики и его настройку.	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены незначительные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5»	
ПК-2.2 Анализирует и обобщает результаты поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической технологии)	1. Определите концентрацию NaCl в растворе (г/л), если при потенциометрическом титровании 20 мл раствора 0,2 н с металлическим серебряным электродом AgNO_3 получены следующие результаты. $V, \text{мл}$ 15,0 20,0 22,0 24,0 24,5 24,9 25,0 25,1 25,5 $E, \text{мВ}$ 307 328 342 370 388 428 517 606 646 По данным титрования постройте кривую потенциометрического титрования в Excel в координатах $E-V$ и $\Delta E/\Delta V - V$ и найдите точку эквивалентности. Предложите прибор для проведения потенциометрического титрования данной системы. 2. В навеске 2,5 г стали хром окислили до $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ и оттитровали 0,1030 М раствором FeSO_4. Вычислить массовую долю Cr в стали по результатам потенциометрического титрования $V \text{ FeSO}_4, \text{мл}$ 0 5 10 20 30 35 37 38 39 43 45 $E, \text{мВ}$ 650 700 800 820 860 879 887 885 495 480 470 Предложите прибор для проведения потенциометрического титрования данной системы и электродную систему. 3. Вычислить потенциал цинкового электрода относительно 0,1 н. каломельного электрода, если 0,025 моль ZnSO_4 растворено в 500 мл раствора. Как повлияет на потенциал цинкового электрода, добавление к исходному раствору – раствора аммиака? 4. Электродвижущая сила гальванической цепи $\text{Ag}^0 \text{AgNO}_3 \text{KCl} (0,1 \text{ н.}) \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{Hg}^0$ равна 0,38 В. Определить концентрацию AgNO_3 в растворе (моль/л). Возможно ли определить содержание серебра этим методом в растворе для гальванического нанесения серебра из цианидных растворов? 5.	Имеется полное верное решение, включающее правильный ответ – 3 балла; Дано верное решение, но допущены незначительные фактические ошибки, не искажающие общего смысла – 2 балла; • Имеется верное решение только части задания – 1 балл. 1 балл – «3» 2 балла – «4» 3 балла – «5» Правильно вычислен результат – 1 балл Тест из 3 заданий: 1 балл – «3», 2 балла – «4», 3 балла – «5»	

	Предложите методику потенциометрического определения хлоридов и иодидов при совместном присутствии.	
5.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации		
<i>Перечень тем и вопросов для экзамена</i>		
1. Классификация электрохимических методов анализа (ЭМА). Области применения ЭМА, анализ веществ высокой чистоты. Титрометрические варианты ЭМА. 2. Основные понятия о ионометрии. Прямая ионометрия и потенциометрическое титрование. Используемая аппаратура. 3. Электроды сравнения; назначение, основные требования к ним, конструкции. 4. Потенциализирующие приборы, назначение, основные требования, устройство. рН-метр и иономер; особенности их устройств, основные характеристики. Марки отечественных иономеров и рН-метров, особенности их эксплуатации. 5. Прямая ионометрия. Жидкостные диффузионные потенциалы. Определение активности ионов методом стандартных добавок и с использованием калибровочного графика. 6. Применение прямой ионометрии. Потенциометрическое определение катионов с использованием металлических электродов. Конструкции металлических электродов. Электроды для определения рН (водородный, сурьмяный, стеклянный). 7. Практическое измерение рН. Буферные растворы. Марки отечественных электродов для измерения рН и их основные характеристики. Настройка рН-метра (иономера). 8. Ионселективные мембранные электроды, классификация. Жидкостные ионообменные электроды, принципы их работы, конструкция. Твердые мембранные электроды, устройство и принцип работы. Гетерогенные мембранные электроды. Электроды с иммобилизованными ферментами и клетками. Электроды из инертного металла. 9. Потенциометрическое титрование. Техника потенциометрического титрования. Определение точки эквивалентности. 10. Применение потенциометрического титрования. Кислотно-основное потенциометрическое титрование; построение кривых титрования. Потенциометрическое титрование, использующее реакции осаждения, комплексообразования, окисления-восстановления; построение соответствующих кривых титрования. 11. Теоретические основы метода. Удельная и эквивалентная электропроводность. Кондуктометрические методы анализа: прямая кондуктометрия, кондуктометрическое титрование (кислотно-основное, титрование, основанное на реакциях осаждения, комплексообразования). Аппаратура и техника выполнения анализа. 12. Построение кривых потенциометрического титрования всех типов.		
Требования к рейтинг-контролю		
1 МОДУЛЬ		
<u>Лабораторная работа №1</u>		
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов		
Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла		
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы – 2 балла		
Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл		
<u>Лабораторная работа №2</u>		
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов		
Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла		
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы – 2 балла		
Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл		
<u>Лабораторная работа №3</u>		
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов		
Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла		
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы – 2 балла		
Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл		
<u>Лабораторная работа №4</u>		
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов		
Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла		
Собеседование по одному из заданий для самостоятельной работы – 2 балла		
Премияльные баллы за качество и творческий подход при выполнении лабораторной работы – 1 балл		
Выполнение индивидуального экспериментального задания – 10 баллов		
Первая контрольная точка 50 баллов		
<u>Лабораторная работа №5</u>		
Выполнение практической (экспериментальной) задачи – 5 баллов		
Объяснение теоретических основ данной работы – 2 балла		

[illegible]

Примечание: если не выполнена экспериментальная часть лабораторной работы, то лабораторная работа не может быть зачтена и зачет по данной дисциплине за триместр не выставляется

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
6.1. Рекомендуемая литература	
Основная литература: 1. Тягливый, А. С. Электрохимические методы анализа : учебное пособие / А. С. Тягливый. — Ростов-на-Дону, Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2021. — 88 с. — ISBN 978-5-9275-3870-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/121893.html Дополнительная литература: 1. Потенциометрические и вольтамперометрические методы исследования и анализа : учебно-методическое пособие / Н. А. Малахова, А. В. Ивойлова, Н. Н. Малышева [и др.] ; под общ. ред. С. Ю. Сараевой ; Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. — 163 с. : схем., табл., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=697456	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

9. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины (или модуля)			
№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (модуля)	Описание внесенных изменений	Реквизиты документа, утвердившего изменения
1.			
2.			