

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева» (НГТУ)

Передовая инженерная школа атомного машиностроения
и систем высокой плотности энергии (ПИШ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ПИШ:

_____ А.В. Тумасов

“20” марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.1.2 «Экспериментальные методы анализа»
для подготовки магистров

Направление подготовки: 18.04.01 Химическая технология

Направленность: Техника и технологии водородной энергетики

Форма обучения: Очная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: ТЭПиХОВ

Кафедра-разработчик: ТЭПиХОВ

Объем дисциплины: 180/5
часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен (2 семестр)

Разработчик: Исаев В..В., к.т.н., доцент

Нижний Новгород
2025

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО 3++) по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 07 августа 2020 г. № 910 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 19.12.2024 г. № 7.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»

Протокол заседания от «03» марта 2025 г. №6

Зав. кафедрой к.т.н., доцент, Ивашкин Е.Г. _____

Рабочая программа рекомендована к утверждению ученым советом института физико-химических технологий и материаловедения

Протокол заседания от «20» марта 2025 г. №6

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный №18.04.01-в-19

Начальник МО _____ Е.Г.Севрюкова

Заведующая отделом комплектования НТБ

_____ Н.И. Кабанина
(подпись)

Оглавление

ОГЛАВЛЕНИЕ 3

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4

- 1.1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4
- 1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 4

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ 4

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 4

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 7

- 4.1. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ 8
- 4.2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ 7

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 14

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 17

- 6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА 17
- 6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА 18
- 6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ 19

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 19

- 7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 19
- 7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ20

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 21

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 22

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 23

- 10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 23
- 10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА 24
- 10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ 24
- 10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ 24
- 10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 24

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 24

- 11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 24
- 11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЭКЗАМЕНА 27

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются: формирование знаний о современных приборах и методах исследования электродных процессов.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

-ознакомить магистров с современными электрохимическими методами исследования электродных процессов

-ознакомить магистров с современными приборами и методиками, применяемыми в электрохимических исследованиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.В.ДВ.1.2 «Экспериментальные методы анализа» включена в перечень обязательных дисциплин вариативной части образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология, программы магистратуры «Техника и технологии водородной энергетики». Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Получение водорода методом электролиз», «Получение водорода из углеводородного сырья», «Конструкционные материалы для водородной энергетики», «Оборудование и основы проектирования химических производств», изучаемых в 1-2 семестрах.

Полученные знания необходимы для изучения предметов по профилю подготовки «Топливные элементы и водородная энергетика», «Технологии и очистки газов для водородной энергетики», «Преддипломная практика»; «Технологическая практика», «Научно-исследовательская работа», подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Процесс изучения дисциплины (модуля) направлен на формирование элементов следующих профессиональных компетенций в соответствии с ОП ВО по специальности 18.04.01 Химическая технология программы магистратуры «Техника и технологии водородной энергетики»:

ПК-6 Готов к эксплуатации лабораторного оборудования и приборов для проведения испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.
Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
ПК-6				
Получение водорода из углеводородного сырья				
Топливные элементы и водородная энергетика				
Экспериментальные методы анализа				
Аналитическая химия и ФХМА				
Инструментальные методы исследования				
Основы хроматографического анализа				
Преддипломная практика				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				

3.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Таблица 2 – Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства			
			Текущего контроля	Промежуточной аттестации		
Тип профессиональной деятельности – технологический						
Трудовая функция: С/01.7 (ПС 19.024) С/01.7 Руководство деятельностью подразделения (лаборатории) по контролю показателей (характеристик) качества углеводородного сырья и продуктов его переработки						
ПК-6 Готов к эксплуатации лабораторного оборудования и приборов для проведения испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки	ИПК-6.2 Выбирает методики проведения физико-химических методов анализа ИПК-6.3 Выбирает способы обработки полученных результатов	Знать: основные понятия и методы математического анализа, решения диффузионных уравнений; основные понятия теоретической электрохимии; закономерности электрохимии электролитов; механизмы электрохимических реакций, их термодинамику и кинетику; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных реакций; основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсионных систем;	Уметь: находить взаимосвязь между природой электрохимической системы и процессами, которые могут в ней протекать; правильно сформулировать задачу при постановке электрохимического исследования и разработать пути её решения; использовать математический аппарат и вычислительную технику для решения теоретических и практических задач и обработки экспериментальных данных; самостоятельно решать конкретные задачи на основе электрохимических исследований; прогнозировать динамику и тенденции развития объектов исследования электрохимических процессов.	Владеть: навыками проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок электрохимических процессов	Вопросы для устного собеседования: билеты, ответы на коллоквиуме, защиты реферата	Вопросы для устного собеседования: билеты

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач. ед. 180 часов, распределение часов по видам работ и семестрам представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость в час	
	Всего час.	В т.ч. по семестрам
		2 сем
Формат изучения дисциплины	очная	
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	180	180
1. Контактная работа:	75	75
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	68	68
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	17	17
лабораторные работы (ЛР)	34	51
1.2. Внеаудиторная, в том числе	7	7
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	3	3
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-
2. Самостоятельная работа (СРС)	78	97
реферат/эссе (подготовка)	8	8
расчётно-графическая работа (РГР) (подготовка)	-	-
контрольная работа	-	-
курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)	-	-
самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиум и т.д.), в т.ч. подготовка к зачёту	70	70
3. Подготовка к экзамену (контроль)	27	27

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
2 семестр								
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел 1 Порядки электрохимических реакций					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1. Определение понятия механизма реакции.	-	-	0,5	1,0			
	Тема 2 Анодные и катодные порядки электрохимических реакций.	-	-	0,5	1,0			
	Тема 3 Методы определения порядков электрохимических реакций. Определение порядков реакции по зависимости скорости процесса от концентрации раствора. Определение порядков реакции по зависимости тока обмена от концентрации компонента раствора.	-	-	0,5	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	-	-	1,5	3,0			
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел 2. Метод вращающегося дискового электрода					Подготовка к лекциям [6.1.10], [6.1.11], [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1 Теория конвективной диффузии. Вывод формулы для вращающегося дискового электрода.	1,0	-	0,5	2,0			
	Тема 2.Определение видов поляризации электродного процесса и коэффициента диффузии разряжающихся ионов.	0,5	6,0	-	7,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	Тема 3.Вращающийся дисковый электрод с кольцом. Изучение стадийности электродного процесса с помощью дискового электрода с кольцом. Принципиальная схема установки.	0,5	-	0,5	2,0			
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				11,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	2,0	6,0	1,0	11,0			
	Раздел 3. Метод хронопотенциометрии							
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Тема 1. Определение перенапряжения диффузии и переходного времени. Уравнение Санда.	0,5	4,0	-	5,0	Подготовка к лекциям [6.1.10], [6.1.11, [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 2.Затруднения на стадии переноса электрона. Определение ёмкости двойного электрического слоя.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 3.Анализ хронопотенциометрической кривой при наличии у электрохимического процесса перенапряжения диффузии и переноса электрона.	0,5	4,0	-	5,0			
	Тема 4.Процессы, осложненные предшествующими стадиями разряда химическими реакциями.	0,5	-	0,5	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				10,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	2,0	8,0	1,0	10,0			
	ПК-6 ИПК -6.2,	Раздел 4. Метод потенциостатического включения				Подготовка к лекциям [6.1.10],	Презентация	Конспект лекций

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций ИПК- 6.3	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	Тема 1.Уравнение Коттреля	1,0	3,0	0,5	4,5	[6.1.11, [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]		
	Тема 2. Экстраполяционное определение тока перехода электрона при наличии у процесса диффузионных затруднений.	1,0	3,0	0,5	4,5			
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				9,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	2,0	6,0	1,0	9,0			
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел 5. Кулонометрический метод					Подготовка к лекциям [6.1.10], [6.1.11, [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.Электролиз при контролируемом потенциале.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 2. Виды кулометров.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 3. Прямой и косвенный кулонометрический методы.	0,5	-	0,5	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	1,5	-	1,5	3,0			
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел 6 Полярографический метод					Подготовка к лекциям [6.1.10], [6.1.11, [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.Принцип полярографического метода. Вывод уравнения Ильковича. Применение метода. Ток заряжения.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 2.Полярографические максимумы и способы их устранения	0,5	-	0,5	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				2,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу	1,0	-	1,0	2,0			
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел 7 Метод фарадеевского импеданса					Подготовка к лекциям [6.1.4], [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.История развития метода.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 2.Импеданс реакции перехода электрона.	0,5	3,0	0,5	4,0			
	Тема 3.Импеданс Варбурга. Эквивалентная электрическая схема границы электрод- раствор.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 4.Выявление перенапряжения химической реакции импедансным методом. Импеданс Геришера.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 5.Фарадеевский импеданс при наличии упрощения всех видов перенапряжений..	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 6. Методика измерения фарадеевского импеданса.	0,5	3,0	0,5	4,0			
	Самостоятельная работа по освоению 7 раздела:				12,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
		Итого по 7 разделу	3,0	6,0	4,0	12,0		
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел 8 Хроновольтамперометрический метод исследования					Подготовка к лекциям [6.1.9], [6.1.10], [6.1.11]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.Понятия о обратимых, квазиобратимых и необратимых процессах	0,50	3,0	0,5	4,0			
	Тема 2.Выявление стадийности протекания электрохимического процесса хроновольтамперометрическим методом.	0,5	5,0	0,5	6,0			

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	Самостоятельная работа по освоению 8 раздела:				10,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Итого по 8 разделу	1,0	8,0	1,0	10,0			
	Раздел 9 Методы изучения концентрационных изменений в приэлектродных слоях					Подготовка к лекциям [6.1.10], [6.1.11, [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.Оптические методы.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 2. Методы, основанные на отборе проб электролита.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 3.Определение pH приэлектродного слоя металловодородным и микростеклянным электродами.	0,5	-	0,5	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 9 раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 9 разделу	1,5	-	1,5	3,0			
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел 10 Приборы для исследования электродных процессов					Подготовка к лекциям [6.1.10], [6.1.11, [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.Потенциостаты. Работа потенциостата при поддержании постоянного тока и постоянного потенциала.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 2. Мост переменного тока.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 3.Электрохимические ячейки для исследования электродных процессов	0,5	-	0,5	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 10 раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							

Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий	Наименование разработанного Электронного курса (трудоемкость в часах)
		Контактная работа			Самостоятельна я работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор ные работы	Практичес кие занятия				
	контрольная работа							
	Итого по 10 разделу	1,5	-	1,5	3,0			
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел 11 Подготовка поверхности электродов					Подготовка к лекциям [6.1.10], [6.1.11, [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.Изоляция электродов.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 2.Электроды с ватерлинией.	0,5	-	0,5	1,0			
	Тема 3.Зачистка, обезжиривание, активация, катодное восстановление, электрохимическая тренировка, потенциостатическая стандартизация поверхности	0,5	-	0,5	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 11раздела:				3,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 11 разделу	1,5	-	1,5	3,0			
ПК-6 ИПК -6.2, ИПК- 6.3	Раздел12 Перспективы развития электрохимических методов					Подготовка к лекциям [6.1.10], [6.1.11, [6.1.12], [6.1.13], [6.1.14]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 1 Спектрозачет исследования	-	-	0,5	1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 12 раздела:				1,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 12 разделу	-	-	0,5	1,0			
	Написание реферата	-	-	-	8,0			
	ИТОГО по дисциплине	17,0	34,0-	17,0	78,0			

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам практических работ.

Также сформирован перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию в форме экзамена во 2 семестре.

Указанный комплект оценочных средств является неотъемлемой частью фонда оценочных средств и хранится на кафедре «Технология электрохимических производств и химии органических веществ».

Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценка выполнения лабораторных работ приведено в таблице 5.

Таблица 5 – Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания при текущем контроле и оценка выполнения практических работ

Шкала оценивания	Лабораторная работа	Экзамен
40<R<=50	Отлично	Отлично
30<R<=40	Хорошо	Хорошо
20<R<=30	Удовлетворительно	Удовлетворительно
0<R<=20	Неудовлетворительно	Неудовлетворительно

При промежуточном контроле успеваемость студентов оценивается по четырехбалльной системе «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Таблица 6 – Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения			
		Оценка «неудовлетворительно» / «не зачтено» 0-59% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от max рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от max рейтинговой оценки контроля
ПК-6 Готов к эксплуатации лабораторного оборудования и приборов для проведения испытаний углеводородного сырья и продуктов его переработки	ИПК-6.2 Выбирает методики проведения физико-химических методов анализа ИПК-6.3 Выбирает способы обработки полученных результатов	Не знает основные понятия и методы математического анализа, решения диффузионных уравнений; основные понятия теоретической электрохимии; закономерности электрохимии электролитов; механизмы электрохимических реакций, их термодинамику и кинетику; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных реакций; основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсионных систем; Не умеет находить взаимосвязь между природой электрохимической системы и процессами, которые могут в ней протекать; правильно сформулировать задачу при постановке электрохимического исследования и разработать пути её решения; использовать математический аппарат и	Слабо знает основные понятия и методы математического анализа, решения диффузионных уравнений; основные понятия теоретической электрохимии; закономерности электрохимии электролитов; механизмы электрохимических реакций, их термодинамику и кинетику; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных реакций; основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсионных систем; Слабо умеет находить взаимосвязь между природой электрохимической системы и процессами, которые могут в ней протекать; правильно сформулировать задачу при постановке	Хорошо знает основные понятия и методы математического анализа, решения диффузионных уравнений; основные понятия теоретической электрохимии; закономерности электрохимии электролитов; механизмы электрохимических реакций, их термодинамику и кинетику; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных реакций; основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсионных систем; Хорошо умеет находить взаимосвязь между природой электрохимической системы и процессами, которые могут в ней протекать; правильно сформулировать задачу при постановке	Уверенно знает основные понятия и методы математического анализа, решения диффузионных уравнений; основные понятия теоретической электрохимии; закономерности электрохимии электролитов; механизмы электрохимических реакций, их термодинамику и кинетику; уравнения формальной кинетики и кинетики сложных, цепных, гетерогенных реакций; основные понятия и соотношения термодинамики поверхностных явлений, основные свойства дисперсионных систем; Уверенно умеет находить взаимосвязь между природой электрохимической системы и процессами, которые могут в ней протекать; правильно сформулировать задачу при постановке

		<p>вычислительную технику для решения теоретических и практических задач и обработки экспериментальных данных; самостоятельно решать конкретные задачи на основе электрохимических исследований; прогнозировать динамику и тенденции развития объектов электрохимических процессов.</p> <p>Не владеет навыками проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок электрохимических процессов</p>	<p>электрохимического исследования и разработать пути её решения; использовать математический аппарат и вычислительную технику для решения теоретических и практических задач и обработки экспериментальных данных; самостоятельно решать конкретные задачи на основе электрохимических исследований; прогнозировать динамику и тенденции развития объектов исследования электрохимических процессов.</p> <p>Слабо владеет навыками проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок электрохимических процессов</p>	<p>электрохимического исследования и разработать пути её решения; использовать математический аппарат и вычислительную технику для решения теоретических и практических задач и обработки экспериментальных данных; самостоятельно решать конкретные задачи на основе электрохимических исследований; прогнозировать динамику и тенденции развития объектов исследования электрохимических процессов.</p> <p>Хорошо владеет навыками проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок электрохимических процессов</p>	<p>электрохимического исследования и разработать пути её решения; использовать математический аппарат и вычислительную технику для решения теоретических и практических задач и обработки экспериментальных данных; самостоятельно решать конкретные задачи на основе электрохимических исследований; прогнозировать динамику и тенденции развития объектов исследования электрохимических процессов.</p> <p>Уверенно владеет навыками проведения научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок электрохимических процессов</p>
--	--	--	---	--	--

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебная литература, печатные издания библиотечного фонда, электронные издания.

Библиотечный фонд укомплектован печатными изданиями из расчета не менее 0,25 экземпляра каждого из изданий, указанных ниже на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих соответствующую дисциплину (модуль). Издания, находящиеся в электронном доступе (электронный ресурс), удовлетворяют этому требованию автоматически. Электронный доступ приведен в виде ссылок после обычного описания издания.

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.1.1	Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.	Электрохимия	СПб.,: Издательство «Лань», 2015. – 672 с	Учебное пособие (Учебник для вузов . Специальная литература).	1
6.1.2	Лукомский Ю.Я.	Физико- химические основы электрохимии	Долгопруд- ный: из-д дом «Интеллект», 2008	Учебник, рек-но ин-т физ.химии и электрохимии им. А.Е.Фрумкина,	28

				РАН	
6.1.3	Исаев В.В., Козырин В.А., Михаленко М.Г.	Основные положения и понятия теоретической электрохимии	Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. – 112с	Учебное пособие	2
6.1.4	Михаленко М.Г., Гунько Ю.Л., Исаев В.В., Козина О.Л., Рогожин В.В.	Лабораторный практикум по теоретической электрохимии	Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. – 112с	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.5	Касаткина И.В., Прохорова Т.М., Федоренко Е.В.	Физическая химия	М. : РИОР; ИНФРА-М, [2016]. - 250 с	Учебное пособие	1
6.1.6	Дамаскин Б. Б., Петрий О. А., Цирлина Г. А.	Электрохимия	Издательство "Лань", 2022, 672с.	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.7	Введенский А. В., Бобринская Е. В., Грушевская С. Н., Калужина С. А.	Сборник примеров и задач по электрохимии: Учебное пособие	Издательство "Лань", 2022, 208с.	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.8	Березина С.Л., Двуличанская Н.Н., Фадеев Г.Н.	Основы электрохимии: учебное пособие	Московский государственн ый технический университет имени Н.Э. Баумана, 2006, 72с.	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.9	Андреев Ю.Я.	Электрохимия металлов и сплавов: Учебное пособие	Издательство "МИСИС", 2011, 256с.	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.10	Шкилева И. П.	Электрохимия. Растворы электролитов. Электрохимиче ская термодинамика	Тверской государственн ый технический университет, 2015, 96с.	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые данные]
6.1.11	А. Н. Козицина, А. В. Иванова, Ю. А. Глазырина,	Электрохимиче ские метода анализа	Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2017. — 128 с	Учебное пособие	[Электр онные текстов ые

	Е. Л. Герасимова, Т. С. Свалова, Н. Н. Малышева, А. В. Охохонин				данные]
6.1.12	Белюстин А.А.	Потенциометрия: физико-химические основы и применения	СПб.: Лань, 2015. — 336 с	Учебное пособие	[Электронные текстовые данные]
6.1.13	Будников Г.К., Майстренко В.Н., Вяселев М.Р.	Основы современного электрохимического анализа	М.: Мир: Бином ЛЗ, 2003. — 592 с.	Учебное пособие	[Электронные текстовые данные]
6.1.14	Буянова Е.С., Емельянова Ю.В. Импедансная спектроскопия электролитических материалов	Импедансная спектроскопия электролитических материалов	Екатеринбург, УрГУ, 2008. 70 с.	Учебное пособие	[Электронные текстовые данные]

6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в библиотеке
6.2.1	Балдынова Ф.П., Максимова И.Н., Пак Ч.С., Правдин Н.Н., Разуваев В.Е.	Свойства электролитов	Старый Оскол: ТНТ, 2014. - 240 с.	Справочник	3

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Экспериментальные методы анализа» находятся на кафедре «ТЭПиХОВ».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Экспериментальные методы анализа».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Экспериментальные методы анализа»

7.ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе

отечественного производства (состав по дисциплине определен в настоящей РПД и подлежит обновлению при необходимости).

7.1. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgas.ru/> - Загл. с экрана.

1. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

2. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.

3. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.

4. Базы данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ РАН) по естественным, точным и техническим наукам [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.viniti.ru>. – Загл. с экрана.

5. Университетская информационная система Россия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://uisrussia.msu.ru/>. – Загл. с экрана.

7.2. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Таблица 8 – Перечень электронных библиотечных систем

№	Наименование ЭБС	Ссылка, по которой осуществляется доступ к ЭБС
1	Консультант студента	http://www.studentlibrary.ru/
2	Лань	https://e.lanbook.com/
3	Юрайт	https://biblio-online.ru/
4	TNT-ebook	https://www.tnt-ebook.ru/

В таблице 9 указан перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, к которым обеспечен доступ (удаленный доступ). Данный перечень подлежит обновлению в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Таблица 9 – Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование профессиональной базы данных, информационно-справочной системы	Доступ к ресурсу (удаленный доступ с указанием ссылки/доступ из локальной сети университета)
1	База данных стандартов и регламентов РОССТАНДАРТ	https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	https://cyberpedia.su/21x47c0.html

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ

В таблице 10 указан перечень образовательных ресурсов, имеющих формы, адаптированные к ограничениям их здоровья, а также сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. При заполнении таблицы может быть использована информация, размещенная в подразделе «Доступная среда» специализированного раздела сайта НГТУ «Сведения об образовательной организации» <https://www.nntu.ru/sveden/accenv/>

Таблица 10 – Образовательные ресурсы для инвалидов и лиц с ОВЗ

№	Перечень образовательных ресурсов, приспособленных для использования инвалидами и лицами с ОВЗ	Сведения о наличии специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования
1	ЭБС «Консультант студента»	озвучка книг и увеличение шрифта
2	ЭБС «Лань»	специальное мобильное приложение - синтезатор речи, который воспроизводит тексты книг и меню навигации
3	ЭБС «Юрайт»	версия для слабовидящих

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	1160 Компьютерный класс (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов, курсового проектирования, выполнения курсовых работ); 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска магнитно-маркерная; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 12 чел. 4. Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (10 шт.) 5. Персональные компьютеры, Intel(R) Pentium(R) CPU G2030 @ 3.00 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 1000, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (3 шт.) 6. Персональные компьютеры, Intel(R) Core(TM)2 CPU 6320 @ 1.86 GHz 1,00 ГБ ОЗУ /HDD 159,9, в составе локальной вычислительной сети, с подключением к интернету. (2 шт.); 7. Многофункциональный аппарат Xerox work center PE 220 8. Принтер HP LaserJet 1020	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem. 700087777); (13 шт) 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. Ms Office St 2013 (Ms Open License № 62381369) (13 шт); 4. Ms Access 2007(Dr. Spark Prem. 700087777) (13 шт); 5. AutoCAD 2019 (Сетевая серв.lic5 (НГТУ)) (13 шт); 6. Dr.Web (Обще инстит. подписка) (15 шт); 7. ZView (Freeware); 8. AnyLogic (Free PLE); 9. Deductor Academic (бесплатная некоммерческая версия Deductor); 10. VirtualBox (Free); 11. Cell-Design (Demo); 12. Малая ЭС 2.0 (Free); 13. ADTester (Free); 14. DBSolveOptimum (Free); 15. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)) (1 шт.); 16. WinXP (Dream Spark Premium 700087777) (2 шт.); 17. ABBYY Fine Reader 9.0 Corporate Edition (AF90-3S1P03-102 бессрочная) (1 шт.); 18. Zoom (Free) (1 шт.).
2	1345 Мультимедийная аудитория (для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область,	1. Доска меловая; 2. Экран настенный; 3. Рабочее место преподавателя; 4. Рабочее место студента - 28 чел. 5. Мультимедийный проектор Epson ER; 6. Персональный компьютер, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500.	1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem, договор № 0509/KMP от 15.10.18); 2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) Распространяемое по свободной лицензии: 3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. P7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
	г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1		
3	1118 Лабораторный зал Учебная лаборатория (для проведения занятий лабораторного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (кафедра «Технология электрохимических производств и химии органических веществ»), 603155, Нижегородская область, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	1. Доска меловая; 2. Рабочее место преподавателя; 3. Рабочее место студента - 24 чел. 1. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 19.5 /HDD 74.5; 2. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 74.5; 3. Персональный компьютер, Intel(R) Celeron(TM) CPU 1000 MHz 192 МБ ОЗУ /HDD 29.2 /HDD 26.5.	1. WinXP (Dream Spark Premium 700087777); 2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 3. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (безсрочная)); (1 шт.) 4. ПО для потенциостата PS-Pack 5. ПО для импеденсметра Zpack

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Общие методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины, образовательные технологии

Дисциплина реализуется посредством проведения контактной работы с обучающимися (включая проведение текущего контроля успеваемости), самостоятельной работы обучающихся и промежуточной аттестации.

Контактная работа: аудиторная, внеаудиторная.

При преподавании дисциплины «дисциплине «Экспериментальные методы анализа», используются современные образовательные технологии, позволяющие повысить активность студентов при освоении материала курса и предоставить им возможность эффективно реализовать часы самостоятельной работы.

Для студентов создан краткий опорный электронный вариант лекционного материала курса. Электронный конспект находится на кафедре «ТЭПиХОВ» и может быть получен студентом в случае пропусков занятий по уважительным причинам или вынужденного перевода занятий в дистанционную форму.

На лекциях, практических занятиях реализуются интерактивные технологии, приветствуются вопросы и обсуждения, используется личностно-ориентированный подход, технология работы в малых группах, что позволяет студентам проявить себя, получить навыки самостоятельного изучения материала, выровнять уровень знаний в группе.

Все вопросы, возникшие при самостоятельной работе над домашним заданием, подробно разбираются на лабораторных занятиях, практических занятиях и лекциях. Проводятся индивидуальные и групповые консультации с использованием, как встреч студентами, так и современных информационных технологий: чат, электронная почта, Skype, Zoom.

Иницируется активность студентов, поощряется задание любых вопросов по материалу, практикуется индивидуальный ответ на вопросы студента, рекомендуются методы успешного самостоятельного усвоения материала в зависимости от уровня его базовой подготовки.

Для оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированности компетенций применяется балльно-рейтинговая система контроля и оценки успеваемости студентов в процессе текущего контроля.

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена с учетом текущей успеваемости.

10.2. Методические указания для занятий лекционного типа

Лекционный курс предполагает систематизированное изложение основных вопросов тематического плана. В ходе лекционных занятий раскрываются базовые вопросы в рамках каждой темы дисциплины (Таблица 4). Обозначаются ключевые аспекты тем, а также делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала. Материалы лекций являются опорной основой для подготовки обучающихся к практическим занятиям / лабораторным работам и выполнения заданий самостоятельной работы, а также к мероприятиям текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине.

10.3. Методические указания по освоению дисциплины на лабораторных работах.

1. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии // Михаленко М.Г., Гунько Ю.Л., Исаев В.В., Козина О.Л., Рогожин В.В.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2017. – 112с.

Подготовку к каждой лабораторной работе студент должен начать с ознакомления с планом занятия, который отражает содержание предложенной темы. Каждая выполненная работа с оформленным отчетом и подлежит защите у преподавателя.

При оценивании лабораторных работ учитывается следующее:

- качество выполнения экспериментально-практической части работы и степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- качество оформления отчета по работе;
- качество устных ответов на контрольные вопросы при защите работы.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.

1. Основные положения и понятия теоретической электрохимии // Исаев В.В., Козырин В.А., Михаленко М.Г.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2018. – 112с.

10.5. Методические указания по самостоятельной работе обучающихся

Самостоятельная работа обеспечивает подготовку обучающегося к аудиторным занятиям и мероприятиям текущего контроля и промежуточной аттестации по изучаемой дисциплине. Результаты этой подготовки проявляются в активности обучающегося на занятиях и в качестве выполненных практических заданий и других форм текущего контроля.

При выполнении заданий для самостоятельной работы рекомендуется проработка материалов лекций по каждой пройденной теме, а также изучение рекомендуемой литературы, представленной в Разделе 6.

В процессе самостоятельной работы при изучении дисциплины студенты могут работать на компьютере в специализированных аудиториях для самостоятельной работы (указано в разделе 9). В аудиториях имеется доступ через информационно-

телекоммуникационную сеть «Интернет» к электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС) и электронной библиотечной системе (ЭБС), где в электронном виде располагаются учебные и учебно-методические материалы, которые могут быть использованы для самостоятельной работы при изучении дисциплины.

Развернутые методические указания по всем видам работы студента находятся на кафедре «ТЭПиХОВ».

11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для текущего контроля знаний студентов по дисциплине проводится **комплексная оценка знаний**, включающая

- Написание и защита реферата;
- теоретический опрос;
- ответы на коллоквиуме;
- написание отчетов по лабораторным работам;
- экзамен.

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

Вопросы к коллоквиуму

Тема: Метод вращающегося дискового электрода

1. Определение коэффициента диффузии разряжающихся ионов методом вращающегося дискового электрода.
2. Особенности гидродинамики вращающегося дискового электрода. Вывод формулы для метода вращающегося дискового электрода.
3. Определение различных видов перенапряжений электрохимического процесса методом вращающегося дискового электрода.
4. Метод вращающегося дискового электрода
5. Области применения метода вращающегося дискового электрода.

Примерные вопросы к лабораторной работе

Лабораторная работа «Исследование фарадеевского импеданса медного электрода в растворе сульфата меди».

1. Сущность импедансного метода исследования. Определение перенапряжения перехода импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
2. Методики определения ёмкости двойного электрического слоя
3. Определение коэффициента диффузии импедансным методом исследования.
4. Определение перенапряжения гомогенной химической реакции импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
5. Определение перенапряжения диффузии и перехода импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации

Образцы тестов:

Обведите номер правильного ответа на поставленный вопрос:

1. Тема: Порядки электрохимических реакций

Вопрос	Вариант ответа
1. Выберите правильное определение порядка электрохимической реакции	1. Порядком электрохимической реакции по её отдельным компонентам называется число электронов, участвующих в электрохимической реакции
	2. Порядком электрохимической реакции по её

			отдельным компонентам называется показатель степени для концентрации соответствующих компонентов электродной реакции в кинетическом уравнении электродного процесса
			3. Порядком электрохимической реакции по её отдельным компонентам называется показатель степени для тока в экспериментальной зависимости тока электродного процесса от потенциала электрода.
			4..Порядком электрохимической реакции по её отдельным компонентам называется изменение потенциала электрода при возрастании тока в 10 раз.
2. Каковы основные экспериментальные методы определения порядков электрохимических реакций?			1. Определение порядков по зависимости плотности тока в потенциостатических условиях от концентрации этого компонента при постоянном содержании всех других компонентов раствора.
			2. Определение порядков по зависимости тока обмена от концентрации данного компонента.
			3. Определение порядков по отношению зависимости активной и реактивной составляющих фарадеевского импеданса в импедансном методе исследования.
			4. Определение порядков реакции по зависимости плотности тока от концентрации в потенциостатических условиях при различных скоростях вращения дискового электрода.

2. Тема: Метод вращающегося дискового электрода

Вопрос	Вариант ответа
1. Каков принцип определения контролирующей диффузионной стадии электродного процесса с помощью вращающегося дискового электрода?	1. По прямолинейной зависимости $J - \sqrt{n}$ (при постоянном потенциале) экстраполируемой в начало координат.
	2. По прямолинейной зависимости $J - \sqrt{n}$ (при постоянной концентрации ионов) экстраполируемой в начало координат.
	3. По прямолинейной зависимости $C - \sqrt{n}$ (при постоянном потенциале) экстраполируемой на значение поверхностной концентрации разряжающихся ионов
	4. По зависимости $\lg J - \lg C$ (при постоянном потенциале).
2. Какова размерность плотности тока и «n» в основном уравнении для вращающегося дискового электрода?	1. $A/дм^2$, м/с
	2. $A/м^2$, об/мин.
	3. $A/см^2$, об/с
	4. $A/см^2$, рад/с
3. Что учитывает поправочный коэффициент в расчетах по дисковому электроду с кольцом	1. Рассеивание продуктов реакции в растворе
	2. Существование промежуточных электрохимически активных частиц
	3. Отношение концентраций разряжающихся ионов на поверхности электрода и в объеме электролита
	4. Отношение коэффициента диффузии разряжающихся ионов к их концентрации
	3. молярная

3. Тема: Метод хронопотенциометрии

Вопрос	Вариант ответа
1. Как выявить диффузионный контроль электрохимического процесса хронопотенциометрическим методом ?	1. На хронопотенциограммах определяем переходное время. Характеристическая зависимость $J\sqrt{\tau} - J$ (независимость от плотности тока)
	2. На хронопотенциограммах будут две потенциальные площадки .
	3. По отношению плотности тока к переходному времени
	4. По отношению катодной плотности тока к току обмена данного электрохимического процесса
2. Как хронопотенциометрическим методом выявляется многостадийный перенос электронов у электрохимического процесса ?	1. По нескольким потенциальным площадкам
	2. По определению ёмкости двойного электрического слоя
	3. По снижению характеристической зависимости $J\sqrt{\tau}$ от плотности тока.
	4. По отсутствию переходного времени

4. Тема: Импедансный метод исследования

Вопрос	Вариант ответа
1. Что задается и что измеряется в импедансном методе исследования?	1. Задается потенциал, а измеряется ток
	2. Задается скорость перемешивания электролита, а измеряется ток
	3. Задается частота переменного тока, а измеряется комплексное сопротивление электрохимического процесса
	4. Задается ток, а определяется переходное время.
2. Как определяют в импеданс-ном методе сопротивление электролита ?	1. Как R_m при частоте переменного тока 100 Гц
	2. Из зависимости R_f при частоте переменного тока, стремящейся к бесконечности.
	3. Из зависимости перенапряжения от плотности тока.
	4. Как R_m при бесконечной частоте переменного тока.
3. Как исключить в импедансных измерениях влияние вспомогательного электрода?	1. Увеличить плотность тока на вспомогательном электроде
	2. Снизить сопротивление электролита
	3. Повысить температуру электролита
	4. Увеличить поверхность вспомогательного электрода

Примерные вопросы для практических работ

1. Понятия о порядках электрохимических реакций. Экспериментальные методы определения порядков электрохимических реакций.
2. Определение перенапряжения диффузии и гетерогенной химической реакции импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
3. Схема экспериментальной установки в методе вращающегося дискового электрода.
4. Методы определения емкости двойного электрического слоя.
5. Определение коэффициента диффузии разряжающихся ионов методом вращающегося дискового электрода.
6. Методика импедансных измерений.
7. Метод хроновольтамперометрии. Определение обратимости и стадийности электрохимического процесса.
8. Оптические методы определения приэлектродных концентраций электролитов.

- 9.Определение различных видов перенапряжений электрохимического процесса методом вращающегося дискового электрода.
- 10.Определение перенапряжения диффузии и коэффициента диффузии хронопотенциометрическим методом исследования.
- 11.Определение перенапряжения гомогенной химической реакции импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
- 12.Сущность импедансного метода исследования. Определение перенапряжения перехода импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
- 13.Кулонометры, их типы. Применение в электрохимических исследованиях.
- 14.Методы измерения рН приэлектродного слоя.
- 15.Определение перенапряжения диффузии и перехода импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
- 16.Методы определения стадийности протекания электрохимических процессов.

Темы учебных научно-исследовательских работ

- 1.Влияние хлоридов на катодное восстановление меди из сульфатных электролитов меднения.
- 2.Влияние аммиака на катодное восстановление меди из сульфатных электролитов меднения.
- 3.Кинетические особенности катодного восстановления ионов никеля из сульфатного электролита никелирования.
- 4.Влияние трилона Б на катодное восстановление ионов меди из сульфатного электролита меднения.
- 5.Влияние блескообразующей добавки на катодное восстановление ионов цинка из цинкатного электролита цинкования.
- 6.Влияние блескообразующей добавки на восстановление ионов цинка из хлористо-аммонийного электролита цинкования.
- 7.Влияние блескообразующей добавки на восстановление ионов никеля из сульфатного электролита никелирования.
- 8.Влияние хлоридов на анодное растворение меди в сульфатных электролитах.
- 9.Влияние трилона Б на анодное растворение меди в сульфатных электролитах.
- 10.Влияние аммиака на анодное растворение меди в сульфатных электролитах.

11.2.1. Вопросы к экзамену, проводимому по окончании второго семестра

- 1.Области применения метода вращающегося дискового электрода.
- 2.Работа потенциостата в потенциостатическом режиме.
- 3.Определение перенапряжения химической реакции хронопотенциометрическим методом исследования.
- 4.Работа потенциостата в гальваностатическом режиме
- 5.Определение перенапряжения диффузии и гетерогенной химической реакции импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
- 6.Схема экспериментальной установки в методе вращающегося дискового электрода.
- 7.Методы определения емкости двойного электрического слоя.
- 8.Выбор величины временного параметра в различных электрохимических методах исследования.
- 9.Выявление перенапряжения диффузии и перехода методов вращающегося дискового электрода.
- 10.Схема моста переменного тока.
- 11.Импеданс Варбурга.
- 12.Кулонометры, их типы. Применение кулонометров в электрохимических исследованиях.

13. Анализ потенциостатических поляризационных кривых при изучении механизма электрохимического процесса на примере анодного растворения железа в растворе серной кислоты.
14. Электроды, применяемые в электрохимических исследованиях. Возможные ошибки при электрохимических измерениях. Подготовка поверхности исследуемых электродов перед опытом.
15. Определение перенапряжения гетерогенной химической реакции импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
16. Определение приэлектродных концентраций ионов методами, основанными на отборе проб электролита.
17. Определение коэффициента диффузии разряжающихся ионов методом вращающегося дискового электрода.
18. Методика импедансных измерений.
19. Метод хроновольтамперометрии. Определение обратимости и стадийности электрохимического процесса.
20. Оптические методы определения приэлектродных концентраций электролитов.
21. Определение различных видов перенапряжений электрохимического процесса методом вращающегося дискового электрода.
22. Выявление механизма электрохимических реакций по порядкам. Разобрать на конкретных примерах.
23. Теория конвективной диффузии.
24. Схема установки для генерации напряжения, изменяющегося линейно во времени.
25. Особенности гидродинамики вращающегося дискового электрода. Вывод формулы для метода вращающегося дискового электрода.
26. Схема работы потенциометра по принципу непрерывного балансирования.
27. Методы измерения рН приэлектродного слоя.
28. Определение перенапряжения диффузии и перехода импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
29. Методы определения стадийности протекания электрохимических процессов.
30. Определение приэлектродных концентраций ионов методами, основанными на отборе проб электролита
31. Понятия о порядках электрохимических реакций. Экспериментальные методы определения порядков электрохимических реакций.
32. Конструкции исследовательских ячеек для электрохимических исследований.
33. Метод вращающегося дискового электрода.
34. Анализ хронопотенциометрической кривой. Определение плотности тока обмена и коэффициента переноса электрохимической реакции.
35. Применение метода вращающегося дискового электрода с кольцом.
36. Определение перенапряжения перехода, емкости двойного электрического слоя хронопотенциометрическим методом исследования.
37. Определение перенапряжения диффузии и коэффициента диффузии хронопотенциометрическим методом исследования.
38. Определение перенапряжения гомогенной химической реакции импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
39. Сущность импедансного метода исследования. Определение перенапряжения перехода импедансным методом исследования. Эквивалентная электрическая схема границы электрод – раствор.
40. Кулонометры, их типы. Применение в электрохимических исследованиях.
41. Полярографический метод исследования. Вывод уравнения Ильковича.
42. Сущность прямого и косвенного кулонометрического метода исследования.
43. Определение коэффициента диффузии разряжающихся ионов полярографическим методом исследования.

- 44.Перспективы развития электрохимических методов исследования. Понятие о спектроэлектрохимических методах исследования.
- 45.Метод потенциостатической кулонометрии. Вывод закона затухания тока от времени электролиза.
- 46.Полярографический метод исследования. Полярографические максимумы. Причины их появления и способы их устранения
- 47.Применение полярографического метода исследования.. Уравнение полярографической волны.
- 48.Выявление различных видов перенапряжений электрохимического процесса методом вращающегося дискового электрода.
- 49.Определение перенапряжения диффузии хроноамперометрическим методом. Уравнение Коттреля. Расчет коэффициента диффузии.
- 50.Методики определения ёмкости двойного электрического слоя
- 51.Определение коэффициента диффузии импедансным методом исследования.
- 52.Ограничения в электрохимических методах исследования.