

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.Б.7 «Конструкционные материалы для водородной энергетики»**

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: 216/6

часов/з.е

Промежуточная аттестация: экзамен (2 семестр)

Разработчик: Рогожин В.В. д.т.н., доцент

Нижний Новгород 2025 год

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 № 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-7

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 9

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 12

#### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 15

- 6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА 15
- 6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА 15
- 6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ 16

#### 7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 17

- 7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 17
- 7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ .....17

#### 8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 18

#### 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 18

#### 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 19

- 10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 19
- 10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА 20
- 10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ 20
- 10.4. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЯХ 21
- 10.5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ОБУЧАЮЩИХСЯ 21

#### 11. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ 21

- 11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 21
- 11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ экзамена 23

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**1.1. Целью освоения дисциплины являются:** являются: формирование у магистров знаний и компетенций об основах и закономерностях выбора современных конструкционных материалов для химических производств и водородной энергетики.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):**

- более глубокое и подробное ознакомление магистров с основными современными конструкционными материалами в химических технологиях, их физическими, химическими, механическими свойствами;
- формирование представления о правильном выборе конструкционных материалов для различных химических производств и водородной энергетики;
- рациональное конструирование различных аппаратов для разнообразных сред химических производств и водородной энергетики.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.7 «Конструкционные материалы для водородной энергетики» включена в перечень обязательных дисциплин базовой 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. ТАК?

Дисциплина базируется на дисциплинах программы бакалавриата. Для успешного освоения дисциплины магистру необходимы знания курсов «Теоретической электрохимии», «Процессы и аппараты химической технологии», «Материаловедение и защита от коррозии», а также «Получение водорода методом электролиза», «Использование водорода в химической технологии», «Топливные элементы и водородная энергетика».

Полученные знания необходимы для изучения предметов по профилю подготовки, «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».

**ОПК-1.** Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.

**ОПК-2.** Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их

результаты.

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинам

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины			
	1	2	3	4
<b>ОПК-1</b>				
Конструкционные материалы для водородной энергетики				
Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы				
<b>ОПК-2</b>				
Анализ больших данных				
Конструкционные материалы для водородной энергетики				
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
<b>ОПК-1.</b> Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.	ИОПК-1.1. Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при проектировании объектов химической технологии ИОПК-1.2. Разрабатывает планы проведения научных исследований ИОПК-1.3. Разрабатывает программы проведения научных исследований и технических разработок	<b>Знать:</b> Критерии выбора конструкционных материалов для оборудования химических производств, контролируемые параметры технологического процесса, критерии качества и надежности конструкционных материалов.	<b>Уметь:</b> Самостоятельно подбирать оптимальные конструкционные материалы и параметры технологического процесса для технологического оборудования,	<b>Владеть:</b> Навыками оптимизации выбора материалов для конкретных технологических сред с учетом требований качества, надежности, стоимости и сроков исполнения.	Вопросы для устного собеседования: билеты, ответы на коллоквиуме, защиты реферата	Вопросы для устного собеседования: билеты
<b>ОПК-2.</b> Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.	ИОПК-2.1. Организует проведение экспериментов и испытаний с использованием современных приборов и методик	<b>Знать:</b> Основные методики проведения экспериментов.	<b>Уметь:</b> Применять методики экспериментов к исследованию конкретных материалов.	<b>Владеть:</b> навыками проведения экспериментов на конкретных приборах.	Вопросы для устного собеседования: билеты, ответы на коллоквиуме, защиты реферата	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИОПК-2.3. Проводит обработку результатов экспериментов и испытаний	<b>Знать:</b> методики обработки полученных результатов. <b>Уметь:</b> проводить обработку результатов экспериментов и испытаний. <b>Владеть:</b> навыками применения результатов экспериментов для конкретных условий.	<b>Уметь:</b> проводить обработку результатов экспериментов и испытаний.	<b>Владеть:</b> навыками применения результатов экспериментов для конкретных условий.	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 6 зач. ед. 216 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
<b>Формат изучения дисциплины</b>	очная	
<b>Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	92	92
• <b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>85</b>	<b>85</b>
занятия лекционного типа (Л)	17	17
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	34	34
лабораторные работы (ЛР)	34	34
• <b>Внеаудиторная, в том числе</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита) реферат	1	1
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	2	2
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>88</b>	<b>88</b>
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	80	80
Подготовка к экзамену (контроль)	<b>36</b>	<b>36</b>

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Таблица 4 – Содержание дисциплины, структурированное по темам

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательны х технологий	Наименован ие разработани ого Электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самос тоятел ьная работа студен тов (час)			
		Лек ции	Лабор аторн ые работ ы	Пра кти ческ ие заня тия				
2 семестр								
ОПК 1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ОПК 2 ИОПК-2.1 ИОПК-2.3	Раздел 1 Введение					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	1.Предмет курса, его связь с другими дисциплинами в области химических технологий.	1	-	2	2			
	Тема 1.2.Основные требования к конструкционным материалам в химических производствах	1	-	2	2			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				4			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	2	-	4	4			
ОПК 1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ОПК 2 ИОПК-2.1 ИОПК-2.3	Раздел 2. Металлические конструкционные материалы					Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.4] [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 2.1.Конструкционные материалы на основе черных металлов	1,5	6	3	8			
	Тема 2.2.Конструкционные материалы на основе цветных металоов	1,5	-	3	8			
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				16			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 2 разделу	3	6	6	16			
ОПК 1	Раздел 3. Неметаллические конструкционные материалы							



Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательны х технологий	Наименован ие разработани ого Электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самос тоятел ьная работа студен тов (час)			
		Лек ции	Лабор аторн ые работ ы	Пра кти ческ ие заня тия				
ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ОПК 2 ИОПК-2.1 ИОПК-2.3	Тема 3.1. Классификация, свойства, области применения	1	-	2	4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 3.2. Силикатные материалы. Пластические массы	1	-	2	4			
	Тема 3.3. композиты, полимерные материалы	1	-	2	4			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				12			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	3	-	6	12			
ОПК 1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ОПК 2 ИОПК-2.1 ИОПК-2.3	Особенности работы конструкционных материалов в средах химических производств и водородной энергетики					Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.1] [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 4.1. Влияние состава и свойств технологических на коррозионную стойкость конструкционных материалов. Влияние технологических факторов (температуры, давления и перемешивания) на устойчивость работы конструкционных материалов в химических производствах и водородной энергетике	1	6	2	6			
	Тема 4.2. Устойчивость работы конструкционных материалов на основе железа в средах химических производств. Поведение легированных сталей в средах химических производств и водородной энергетики.	1	6	2	6	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.1.8]		
	Тема 4.3 Устойчивость работы конструкционных материалов на основе цветных металлов и их сплавов в средах химических производств и водородной энергетики: алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы, титан и его сплавы, цинк, свинец, никель и другие	1		2	6			
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				18			

Планируемые (контролируе- мые) результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательны х технологий	Наименован ие разработани ого Электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самос тоятел ьная работа студен тов (час)			
		Лек ции	Лабор аторн ые работ ы	Пра кти ческ ие заня тия				
реферат, эссе (тема)								
расчётно-графическая работа (РГР)								
контрольная работа								
Итого по 4 разделу	3	12	6	18				
ОПК 1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ОПК 2 ИОПК-2.1 ИОПК-2.3	Раздел 5 Защита оборудования цехов химических производств					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.1.8]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 5.1. 1. Воздействие на металл конструкции. Воздействие на коррозионно-активную технологическую среду. Электрохимическая защита оборудования. Защитные покрытия и неметаллические материалы в оборудовании цехов химических производств и водородной энергетики	1	8	2	4			
	Тема 5. 2. 2.Контакты разнородных материалов в средах химических производств. Совместимость материалов в конструкциях: допустимые, ограниченно допустимые и недопустимые контакты	1	4	2	4	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.1.8]		
	Тема 5.3.Элементы рационального конструирования. Правильное размещение оборудования. Утечки тока, их влияние на коррозионную стойкость оборудования	1		2	4			
	Самостоятельная работа по освоению 5 раздела:				12			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 5 разделу	3	12	6	12			
	ОПК 1 ИОПК-1.1 ИОПК-1.2 ИОПК-1.3 ОПК 2 ИОПК-2.1 ИОПК-2.3	Раздел 6.Конструкционные материалы для оборудования химических Производств и водородной энергетики					Подготовка к лекциям [6.1.5], [6.1.6], [6.1.7], [6.1.3] [6.1.8]	Презентация
Тема 6.1.Выбор электродных и конструкционных материалов для оборудования химических и электрохимических производств, защита корпусов оборудования футеровкой		1	-	2	4			
Тема 6.2 Технология футеровки свинцом, винипластом, пластмассой, гуммированием		0,5	-	1	4	Подготовка к лекциям [6.1.1],		

Планируемые (контролируе мые)  результаты освоения: код УК; ОПК; ПК и индикаторы достижения компетенций	Наименование разделов, тем	Виды учебной работы (час)				Вид СРС	Наименование используемых активных и интерактивных образовательны х технологий	Наименован ие разработани ого Электронног о курса (трудоемкос ть в часах)
		Контактная работа			Самос тоятел ьная работа студен тов (час)			
		Лек ции	Лабор аторн ые работ ы	Пра кти ческ ие заня тия				
	Тема 6.3. Конструкционные материалы для нагревательных устройств и ТЭНов,. Материалы для изготовления крепежных соединений в конструкциях . Анодные материалы.	0,5		1	4	[6.1.2], [6.1.3], [6.1.4] [6.1.8]		
	Тема 6.4.Конструкционные материалы для оборудования цехов производства неорганических веществ, источников тока. Конструкционные материалы, коррозия и методы защиты оборудования в производстве водорода, хлора и щелочи; в производстве гипохлоритов и хлоратов. Конструкционные материалы в производстве источников тока различного назначения..	1		2	6			
	Самостоятельная работа по освоению 6 раздела:				16			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 6 разделу	3	-	6	18			
	Подготовка реферата				8			
	ИТОГО по дисциплине	17,0	34,0	34,0	88			

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

Для осуществления текущего контроля знаний обучающихся сформулированы теоретические вопросы по темам лабораторных 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
$40 < R \leq 50$	Отлично	Отлично
$30 < R \leq 40$	Хорошо	Хорошо
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	Удовлетворительно
$0 < R \leq 20$	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
<b>ОПК-1.</b> Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок.	ИОПК-1.1. Организует самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую деятельность при проектировании объектов химической технологии ИОПК-1.2. Разрабатывает планы проведения научных исследований ИОПК-1.3. Разрабатывает программы проведения научных исследований и технических разработок	Не знает критерии выбора конструкционных материалов для оборудования химических производств, контролируемые параметры технологического процесса, критерии качества и надежности конструкционных материалов. Не умеет самостоятельно подбирать оптимальные конструкционные материалы и параметры технологического процесса для технологического оборудования, Не владеет навыками оптимизации выбора материалов для конкретных технологических сред с учетом требований качества, надежности, стоимости и сроков исполнения.	Слабо знает критерии выбора конструкционных материалов для оборудования химических производств, контролируемые параметры технологического процесса, критерии качества и надежности конструкционных материалов. Слабо умеет самостоятельно подбирать оптимальные конструкционные материалы и параметры технологического процесса для технологического оборудования, Слабо владеет навыками оптимизации выбора материалов для конкретных технологических сред с учетом требований качества, надежности, стоимости и сроков исполнения.	Хорошо знает критерии выбора конструкционных материалов для оборудования химических производств, контролируемые параметры технологического процесса, критерии качества и надежности конструкционных материалов. Хорошо умеет самостоятельно подбирать оптимальные конструкционные материалы и параметры технологического процесса для технологического оборудования, Хорошо владеет навыками оптимизации выбора материалов для конкретных технологических сред с учетом требований качества, надежности, стоимости и сроков исполнения.	Уверенно знает критерии выбора конструкционных материалов для оборудования химических производств, контролируемые параметры технологического процесса, критерии качества и надежности конструкционных материалов. Уверенно умеет самостоятельно подбирать оптимальные конструкционные материалы и параметры технологического процесса для технологического оборудования, Уверенно владеет навыками оптимизации выбора материалов для конкретных технологических сред

					с учетом требований качества, надежности, стоимости и сроков исполнения.
<b>ОПК-2.</b> Способен использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их результаты.	ИОПК-2.1. Организует проведение экспериментов и испытаний с использованием современных приборов и методик	Не знает основные методики проведения экспериментов. Не умеет применять методики экспериментов к исследованию конкретных материалов. Не владеет навыками проведения экспериментов на конкретных приборах.	Слабо знает основные методики проведения экспериментов. Слабо умеет применять методики экспериментов к исследованию конкретных материалов. Слабо владеет навыками проведения экспериментов на конкретных приборах.	Хорошо знает основные методики проведения экспериментов. Хорошо умеет применять методики экспериментов к исследованию конкретных материалов. Хорошо владеет навыками проведения экспериментов на конкретных приборах.	Уверенно знает основные методики проведения экспериментов. Уверенно умеет применять методики экспериментов к исследованию конкретных материалов. Уверенно владеет навыками проведения экспериментов на конкретных приборах.
	ИОПК-2.3. Проводит обработку результатов экспериментов и испытаний	Не знает методики обработки полученных результатов. Не умеет проводить обработку результатов экспериментов и испытаний. Не владеет навыками применения результатов для конкретных условий.	Слабо знает методики обработки полученных результатов. Слабо умеет проводить обработку результатов экспериментов и испытаний. Слабо владеет навыками применения результатов для конкретных условий.	Хорошо знает методики обработки полученных результатов. Хорошо умеет проводить обработку результатов экспериментов и испытаний. Хорошо владеет навыками применения результатов для конкретных условий.	Уверенно знает методики обработки полученных результатов. Уверенно умеет проводить обработку результатов экспериментов и испытаний. Уверенно владеет навыками применения результатов для конкретных условий.

Таблица 7 – Критерии оценивания

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку <b>«отлично»</b> 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 <b>«хорошо»</b> 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 <b>«удовлетворительно»</b> 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 <b>«неудовлетворительно»</b> 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.

### 6.Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

#### 6.1 Основная литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в биб-ке
6.1.1	Чередниченко В.С.	Материаловедение. Технология конструкционных материалов	М.: Омега, 2008	Учебное пособие, рекомендовано УМО	27
6.1.2.	Богодухов С.И.	Курс материаловедения в вопросах и ответах	М.:Машино-строение, 2010	Учебное пособие, рекомендовано М-во образования РФ	31

6.1.3	С.Б.Рыжов	Стали и сплавы энергетического оборудования.	М.:Машино-строение, 2008	справочник	1
6.1.4.	Волков Г.М.	Материаловедение	М.:Академия, 2008	учебник	8
6.1.5.	Б. Фахльман	Химия новых материалов и нанотехнологии	Долгопрудный:изд. дом «Интеллект», 2011	учебное пособие.	4
6.1.6.	В.В.Константинов	Материаловедение в машиностроении и промышленных технологиях	Долгопрудный:изд. дом «Интеллект», 2010	учебно-справочное руководство	8
6.1.7.	М.Эшби	Конструкционные материалы. Полный курс	Долгопрудный:изд. дом «Интеллект», 2011	учебное пособие	14
6.1.8	В.В.Рогожин, В.А.Козырин, О.Л.Козина	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ по курсу“ Конструкционные материалы в химических технологиях”	НГТУ.2025 г.	Методическое пособие	Электронная версия

## 6.2. Справочно-библиографическая литература

№ п/п	Автор(ы)	Заглавие	Издательство, год издания	Назначение, вид издания, гриф	Кол-во экз. в биб-лиотеке
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
6.2.2	Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.	Электрохимия	СПб.: Издательство «Лань», 2015. – 672 с	Учебное пособие (Учебник для вузов . Специальная литература).	1
6.2.3	Лукомский Ю.Я.	Физико-химические основы электрохимии	Долгопрудный: изд. дом «Интеллект», 2008	Учебник, рек-но ин-т физ.химии и электрохимии им. А.Е.Фрумкина, РАН	28
6.2.4	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



### 6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Конструкционные материалы для водородной энергетики» находятся на кафедре «ТЭПиХОВ».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Конструкционные материалы для водородной энергетики».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Конструкционные материалы для водородной энергетики».

## 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.

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

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

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

- 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.

- 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	<a href="http://www.studentlibrary.ru/">http://www.studentlibrary.ru/</a>
2	Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
3	Юрайт	<a href="https://biblio-online.ru/">https://biblio-online.ru/</a>
4	TNT-ebook	<a href="https://www.tnt-ebook.ru/">https://www.tnt-ebook.ru/</a>

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	<a href="https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts">https://www.gost.ru/portal/gost//home/standarts</a>
2	Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем	<a href="https://cyberpedia.su/21x47c0.html">https://cyberpedia.su/21x47c0.html</a>

## 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.nttu.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 лаборатория СОП Экспериментальная лаборатория «Лаборатория плазмохимические технологии», компьютерный класс (для проведения занятий лабораторного и практического	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.)	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

	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	<p>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.)</p> <p>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.);</p> <p>7. Многофункциональный аппарат Xerox work center PE 220</p> <p>8. Принтер HP LaserJet 1020</p> <p>9. программный комплекс «Переработка нефти и газа» (ООО «ПрограмЛаб»)</p> <p>10. программный комплекс ПО «AEROSYM» это аналог зарубежного ПО «HYSYS».</p>	<p>(НГТУ)) (13 шт);</p> <p>6. Dr.Web (Обще инстит. подписка) (15 шт);</p> <p>7. ZView (Freeware);</p> <p>8. AnyLogic (Free PLE );</p> <p>9. Deductor Academic (бесплатная некоммерческая версия Deductor);</p> <p>10. VirtualBox (Free);</p> <p>11. Cell-Design (Demo);</p> <p>12. Малая ЭС 2.0 (Free);</p> <p>13. ADTester (Free);</p> <p>14. DBSolveOptimum (Free);</p> <p>15. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)) (1 шт.);</p> <p>16. WinXP (Dream Spark Premium 700087777) (2 шт.);</p> <p>17. ABBYY Fine Reader 9.0 Corporate Edition (AF90-3S1P03-102 бессрочная) (1 шт.);</p> <p>18. Zoom (Free) (1 шт.).</p>
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, г. Нижний Новгород, ул. Минина, дом 24, корп. 1	<p>1. Доска меловая;</p> <p>2. Экран настенный;</p> <p>3. Рабочее место преподавателя;</p> <p>4. Рабочее место студента - 28 чел.</p> <p>5. Мультимедийный проектор Epson ER;</p> <p>6. Персональный компьютер, Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU @ 3.30 GHz 4,00 ГБ ОЗУ /HDD 500.</p>	<p>1. Windows SL 8.1 (подписка Dr. Spark Prem, договор № 0509/KMP от 15.10.18);</p> <p>2. Dr.Web (с/н ZNFC-CR5D-5U3U-JKGP от 20.05.2024) Распространяемое по свободной лицензии:</p> <p>3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware);</p> <p>4. P7 офис</p> <p>5. Zoom (Free) (1 шт.)</p>
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	<p>1. Доска меловая;</p> <p>2. Рабочее место преподавателя;</p> <p>3. Рабочее место студента - 24 чел.</p> <p>1. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 19.5 /HDD 74.5;</p> <p>2. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 74.5;</p> <p>3. Персональный компьютер, Intel(R) Celeron(TM) CPU 1000 MHz 192 МБ ОЗУ /HDD 29.2 /HDD 26.5.</p>	<p>1. WinXP (Dream Spark Premium 700087777);</p> <p>2. Adobe Acrobat Reader X (Freeware);</p> <p>3. MSOffice 2007 Standard Russian Academic OPEN No Level (Microsoft Open License Academic № 45990647 (бессрочная)); (1 шт.)</p> <p>4. ПО для потенциостата PS-Pack</p> <p>5. ПО для импеденсметра Zpack</p>

## 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 «Конструкционные материалы для водородной энергетики», 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 зачета с оценкой 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.
2. Лабораторный практикум по основам электрохимической технологии// Михаленко М.Г., Гунько Ю.Л., Бачаев А.А. Козырин В.А., Ивашкин Е.Г., Козина О.Л., Ананьева Е.Ю., Рогожин В.В. ,Девяткина Т.И.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2022. – 108с.
3. Лабораторный практикум «Конструкционные материалы в химических технологиях // В.В.Рогожин, В.А.Козырин, О.Л.Козина //./ Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2025. – 96с.

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.
2. Лабораторный практикум по основам электрохимической технологии// Михаленко М.Г., Гунько Ю.Л., Бачаев А.А. Козырин В.А., Ивашкин Е.Г., Козина О.Л., Ананьева Е.Ю., Рогожин В.В. ,Девяткина Т.И.// Н.Новгород : [Изд-во НГТУ], 2022. – 108с.
3. Водородная энергетика :современное состояние, проблемы, перспективы.// С.И. Козлов, В.Н.Фадеев Изд. «Газпром», 2022г.
4. «Прикладная электрохимия», изд. 2-е, пер. и доп. Под ред. Н. Т. Кудрявцева. М., «Химия», 1975. 552 с., 25 табл., 210 рис., список литературы 112 ссылок. (Дата обращения – 22.10.2022).
5. Якименко. Л. М., "Электрохимические процессы в химической промышленности: Производство водорода, кислорода, хлора и щелочей", 1981. 280с. (Дата обращения – 22.10.2022).

#### **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**

#### **11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ**

1. Углеродистые и легированные стали как конструкционные материалы.
2. Влияние легирующих элементов на свойства стали.
3. Классификация легированных сталей.

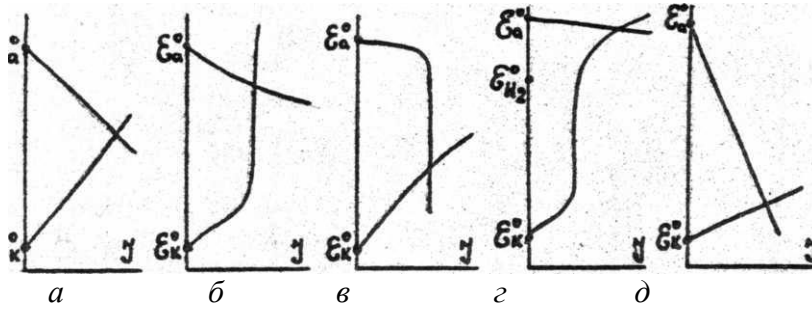
4. Коррозионное поведение хромистых и хромоникелевых сталей в средах электрохимических производств.
5. Коррозионное поведение углеродистых и нержавеющей сталей в кислотных средах.
6. Коррозионное поведение цветных металлов и сплавов в кислых средах.
7. Влияние технологических факторов на кислотостойкость конструкционных материалов.
8. Футеровочные материалы для кислых сред и технология футеровки.
9. Коррозионное поведение железа в различных неорганических и органических кислотах.
10. Влияние состава хромистых сталей на коррозионную стойкость в растворе азотной кислоты.
11. Конструкционные материалы при изготовлении ванн хромирования. Принцип выбора.
12. Конструкционные материалы при изготовлении ванн декапирования. Принцип выбора.
13. Влияние pH на скорость коррозии Fe, Au, Ni, Zn.
14. Факторы, влияющие на наступление пассивного состояния металла и их действие.
15. Способы повышения устойчивости работы конструкционных материалов в средах электрохимических производств.
16. Воздействие на коррозионно -- активную среду с целью повышения коррозионной стойкости конструкционных материалов.
17. Способы воздействия на деполяризаторы коррозионной среды с помощью ингибиторов.
18. Катионы и анионы ингибиторы.
19. Влияние ионного состава среды на стойкость конструкционных материалов.
20. Влияние pH растворов на свойства конструкционных материалов.
21. Подобрать конструкционные материалы для хранения 25%  $\text{HNO}_3$  и 75%  $\text{HNO}_3$ .
22. Практические ряды потенциалов металлов.
23. Допустимость контактов металлов.
24. Выбор контактов металлов в зависимости от условий эксплуатации деталей.
25. Методы защиты металлов от контактной коррозии.
26. Элементы рационального конструирования и размещения оборудования.
27. Крепежные соединения в конструкциях электрохимических производств. Принцип выбора контактов.
28. Основные компоненты лакокрасочных покрытий.
29. Эмали, лаки, краски, шпаклевки, их состав, назначение и способы нанесения.
30. Лакокрасочные покрытия для защиты оборудования химических производств и водородной энергетики.
31. Выбор электродных материалов для производства водорода методом электролиза.

### **11.2. Типовые вопросы для практических занятий**

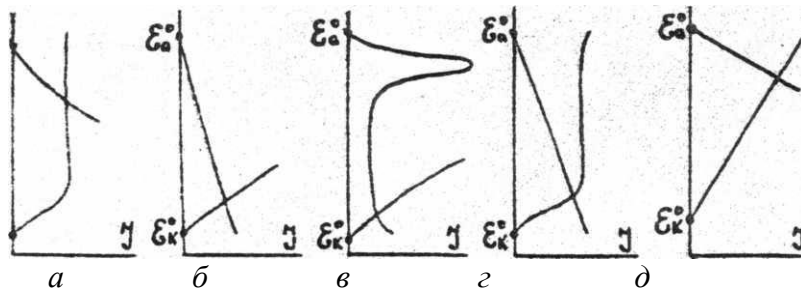
1. Сравнительная характеристика углеродистых и легированных сталей.
2. Сравнительная характеристика инструментальных углеродистых и легированных сталей.
3. Основные факторы, влияющие на коррозионное поведение хромистых сталей.
4. Специфические виды коррозионных поражений меди и ее сплавов.
5. Оптимальные условия использования титана как конструкционного материала
6. Особенности использования неметаллических конструкционных материалов
7. Волокнистые и фильтрующие конструкционные материалы.
8. Условия использования алюминия в химических производствах.
9. Особенности использования легированных сталей в химических производствах.
10. Способы защиты материалов от коррозионного воздействия среды
11. Элементы рационального конструирования и размещения оборудования.
12. Совместимость материалов в конструкциях.
13. Механизмы выделения водорода на различных металлах методом электролиза.
14. Способы снижения энергозатрат при производстве водорода.

Примерные задачи для практических занятий:

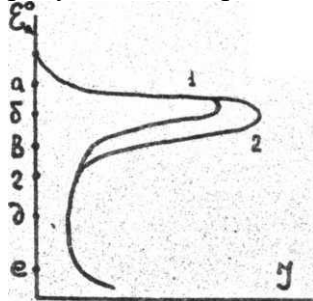
1. В каких случаях катодная электрохимическая защита не аффективна? Подобрать соответствующую диаграмму.



2. Подобрать диаграммы, где достигается максимальный коэффициент защитного эффекта.



3. Анодные поляризационные кривые для тела зерна (1) и его границы (2) имеют вид, представлены на рисунке. Подобрать потенциал травления образца для выявления его склонности к МКК



### 11.3 Темы рефератов:

1. Принципы выбора конструкционных материалов для оборудования водородной энергетики.
2. Выбор вида технологических сред для водородной энергетики.
3. Принципы выбора конструкционных материалов для оборудования хлорного производства.
4. Принципы выбора конструкционных материалов для оборудования производства химических источников тока и топливных элементов.
5. Принципы выбора конструкционных материалов для анодных процессов.
6. Провести и обосновать подбор конструкционных материалов для футеровки оборудования.
7. Провести и обосновать подбор конструкционных материалов для высокотемпературных технологий.
8. Провести и обосновать выбор неметаллических конструкционных материалов.
9. Основные виды технологий футеровки оборудования различными материалами.
10. Основные виды коррозионных и коррозионно-механических поражений металлов.
11. Особенности подбора и использования конструкционных материалов в растворах неэлектролитов.
12. Влияние основных технологических факторов на выбор конструкционных материалов.
13. Коррозионное поведение железа в различных неорганических и органических кислотах.
14. Влияние состава хромистых сталей на коррозионную стойкость.

15. Конструкционные материалы при изготовлении сосудов для аккумуляторов.
16. Факторы, влияющие на наступление пассивного состояния металла и их действие.

#### **11.4 Контрольные вопросы для проведения экзамена во 2 семестре**

1. Углеродистые и легированные стали как конструкционный материал.
2. Коррозионное поведение материалов в жидкостях - неэлектролитах.
3. Диагностика поведения конструкционных материалов в ЭХП.
4. Классификация сталей по качеству.
5. Свойства и область применения резин, фарфора, кварцевого стекла.
6. Способы повышения устойчивости работы материалов в средах химических производств и водородной энергетики.
7. Влияние постоянных примесей на свойства стали.
8. Сложные пластмассы. Свойства, область применения.
9. Воздействие на металл конструкции с целью повышения коррозионной стойкости.
10. Классификация сталей по назначению.
11. Свойства и области применения фторопластов.
12. Воздействие на коррозионно активную среду с целью повышения коррозионной стойкости конструкционных материалов.
13. Углеродистые стали обыкновенного качества. Маркировка, свойства, области применения.
14. Свойства и области применения поливинилхлорида.
15. Способы воздействия на деполяризаторы коррозионной среды.
16. Коррозионное поведение свинца и его сплавов.
17. Основные виды пластмасс.
18. Конструкционные материалы для изготовления гальванических ванн.
19. Углеродистые конструкционные качественные стали.
20. Общая характеристика неметаллических конструкционных материалов.
21. Конструкционные материалы для изготовления электродов в источниках тока.
22. Низкоуглеродистые конструкционные стали. Свойства, марки, область применения.
23. Коррозионное поведение титана и его сплавов.
24. Способы снижения энергозатрат в водородной энергетике
25. Среднеуглеродистые конструкционные стали. Свойства, марки, область применения.
26. Поведение меди в газовых средах.
27. Технология нанесения изоляции пластылем, полиэтиленом.
28. Высокоуглеродистые конструкционные стали. Свойства, марки, область применения.
29. Влияние кислорода на КС КМ на основе Си.
30. Конструкционные материалы для пружинящих токопроводов.
31. Инструментальные стали. Свойства, марки, область применения.
32. Коррозионное поведение меди и ее сплавов.
33. Конструкционные материалы для нагревательных устройств.
34. Влияние легирующих элементов на свойства стали.
35. Коррозионное поведение алюминия и его сплавов в средах ЭХП.
36. Виды конструкций для электролизеров в производстве водорода.
37. Классификация легированных сталей.
38. Атмосферная коррозия железа.
39. Свинец, как футеровочный материал. Технология футеровки.
40. Низколегированные стали. Марки, свойства, область применения.
41. Влияние состава жаростойких сталей на коррозионную стойкость.
42. Технология футеровки винипластом.
43. Инструментальные легированные стали. Марки, свойства, область применения.
44. Коррозионное поведение хромоникелевых сталей в средах ЭХП.



45. Технология футеровки пластиком.
46. Механизм обесцинкования латуни.
47. Высоколегированные стали. Марки, свойства, область применения.
48. Технология футеровки гуммированием.
49. КС хромистые стали. Марки, свойства, область применения.
50. Влияние технологических факторов на коррозионную стойкость материалов.
51. Практические ряды потенциалов металлов.
52. Хромоникелевые стали. Марки, свойства, область применения.
53. Допустимость контактов металлов.
54. Конструкционные материалы для высокотемпературных технологий.
55. Жаропрочные стали. Марки, свойства, область применения.
56. Коррозионное поведение Fe в различных неорганических и органических кислотах.
57. Выбор контактов металлов в зависимости от условий эксплуатации деталей.
58. Медь. Свойства, марки, область применения.
59. Коррозионное поведение железа в средах ЭХП. Влияние кислорода на скорость коррозии железа.
60. Методы защиты металлов от контактной коррозии.
61. Латуни. Марки, свойства, область применения.
62. Влияние состава хромистых сталей на коррозионную стойкость в растворе азотной кислоты.
63. Элементы рационального конструирования и размещения оборудования.
64. Бронзы. Марки, свойства, область применения.
65. Катионы и анионы ингибиторы.
66. Крепежные соединения в конструкциях ЭХП.
67. Алюминий. Свойства, марки, область применения.
68. Влияние ионного состава среды на стойкость материалов.
69. Основные факторы, влияющие на коррозионную стойкость конструкционных материалов.
70. Деформируемые алюминиевые сплавы.
71. Влияние pH растворов на коррозионные свойства материалов.
72. Основные требования, предъявляемые к конструкционным материалам.
73. Дюралю. Свойства, марки, область применения.
74. Защита оборудования ингибиторами и комплексоном.
75. Атмосферная коррозия технологического оборудования.