

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

Образовательно-научный институт физико-химических технологий и
материаловедения (ИФХТиМ)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института:

_____ Мацулевич Ж.В.

“20” марта 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.22 Химическое сопротивление металлов
для подготовки бакалавров

Направление подготовки: 22.03.01.Материаловедение и технологии материалов

Направленность: Материаловедение, технологии наноматериалов и композитов

Форма обучения: заочная

Год начала подготовки: 2025

Выпускающая кафедра: МТМиТОМ

Кафедра-разработчик: ТЭПиХОВ

Объем дисциплины: 72/2
часов/з.е

Промежуточная аттестация: зачет (3 курс)

Разработчик: Девяткина Т.И., 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 22.03.01.Материаловедение и технологии материалов, утвержденного приказом МИНОБРНАУКИ РОССИИ от 02 июня 2020 г. № 701 на основании учебного плана принятого УМС НГТУ, протокол от 28.01.2025 №10

Рабочая программа принята 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 утверждена на заседании Учебно-методического совета института физико-химических технологий и материаловедения

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

Рабочая программа зарегистрирована в УМУ, регистрационный №_____.
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 8

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 13

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 16

6.1. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПЕЧАТНЫЕ ИЗДАНИЯ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА 16

6.2. СПРАВОЧНО-БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА 17

6.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ 17

7. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ 18

7.1. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) 18

7.2. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

.....18

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОВЗ 19

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ, НЕОБХОДИМОЕ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ 19

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ 20

10.1. ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ, ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ 20

10.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ЗАНЯТИЙ ЛЕКЦИОННОГО ТИПА 20

10.3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ НА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТАХ 21

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 22

11.1. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ 22

11.2. ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ В ФОРМЕ ЗАЧЕТА С ОЦЕНКОЙ 22

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Целью освоения дисциплины являются формирование компетенций в области основ коррозии и коррозионных процессов, приобретение практических навыков в области защиты металлов от коррозии.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- изучение теоретических законов и понятий химической и электрохимической коррозии металлов и сплавов;
- изучить механизм и кинетику коррозионных процессов;
- ознакомиться с основными методами и способами защиты металлических конструкций от коррозии;
- использование материалов в зависимости от условий эксплуатации в различных отраслях;
- приобрести практические навыки в области защиты металлов от коррозии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Учебная дисциплина (модуль) Б1.Б.22 «Химическое сопротивление металлов» включена в перечень обязательных дисциплин базовой части образовательной программы по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технология материалов. Направленность: Материаловедение, технологии наноматериалов и композитов

Дисциплина реализуется в соответствии с требованиями ФГОС, ОП ВО и УП, по данному направлению подготовки.

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: «Математика», «Общая химия», «Органическая химия», «Механические свойства материалов», «Аналитическая химия», «Теория старения материалов», изучаемых в 1-2 курсах.

Полученные знания необходимы для изучения предметов по профилю подготовки «Технологические испытания материалов», «Физические свойства материалов», «Материаловедение», «Методы неразрушающего контроля»; «Теория конструкционных материалов», 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 22.03.01 Материаловедение и технология материалов.

Направленность: Материаловедение, технологии наноматериалов и композитов

ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания

Формирование указанных компетенций размещено в таблице 1.

Таблица 1 – Формирование компетенций дисциплинами

Наименование дисциплин, формирующих компетенцию совместно	Семестры формирования дисциплины							
	1	2	3	4	5	6	7	8
ОПК-1								
<i>Математика</i>								
<i>Общая химия</i>								
<i>Физическая химия</i>								
<i>Органическая химия</i>								
<i>Инженерная графика</i>								
<i>Перенос энергии и массы, основы теплотехники и гидроаэродинамики</i>								
<i>Физика</i>								
<i>Аналитическая химия</i>								
<i>Теория механизмов и машин</i>								
<i>Химическое сопротивление металлов</i>								
<i>Электротехника и электроника</i>								
<i>Механика материалов</i>								
<i>Основы конструирования</i>								
<i>Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы</i>								

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
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общинженерные знания	ИОПК-1.1 Пользуется методами качественного и количественного моделирования основных естественнонаучных законов	Знать: закономерности коррозионных процессов	Уметь: составлять адекватные модели	Владеть: экспериментальными навыками	Вопросы для устного собеседования: билеты	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИОПК-1.2. Применяет методы математического анализа, принятые в естественнонаучных и инженерных областях	Знать: методики расчета	Уметь: анализировать полученные результаты	-	Вопросы для устного собеседования: билеты	Вопросы для устного собеседования: билеты
	ИОПК-1.3. Применяет в решении профессиональных задач естественнонаучные и инженерные знания	Знать: методы защиты от коррозии	Уметь: анализировать ситуационные показатели	Владеть: навыками выбора рекомендаций	Вопросы для устного собеседования: билеты	Вопросы для устного собеседования: билеты

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач. ед. 72 часа, 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
		3 курс
Формат изучения дисциплины		заочная
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	72	72
1. Контактная работа:	14	14
1.1. Аудиторная работа, в том числе:	10	10
занятия лекционного типа (Л)	5	5
занятия семинарского типа (ПЗ-семинары, практ. занятия и др)	-	-
лабораторные работы (ЛР)	5	5
1.2. Внеаудиторная, в том числе	4	4
курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)	-	-
текущий контроль, консультации по дисциплине	4	4
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	-	-
2. Самостоятельная работа (СРС)	54	54
реферат/эссе (подготовка)	-	-
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	54	54
Подготовка к зачету (контроль)	4	4

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				
4 семестр (очное)								
ОПК-1 ИОПК 1.1, 1.2, 1.3	Раздел 1. Введение. Общие сведения о коррозии. Классификация коррозионных процессов.						Презентация	Конспект лекций
	Тема 1.1. Экономическая, экологическая и социальная значимость проблемы коррозии металлов и сплавов. Оценка коррозионной стойкости металлов и сплавов. Показатели коррозии.	0,25			1,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]		
	Тема 1.2. .Классификация коррозионных процессов	0,25			1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 1 раздела:				2,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 1 разделу	0,5			2,0			
ОПК-1 ИОПК 1.1, 1.2, 1.3	Раздел 2. Химическая коррозия металлов и сплавов. Газовая коррозия.					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций
	Тема 2.1. Термодинамика механизм и кинетика химической коррозии. Образование и строение пленок. Условие сплошности оксидных пленок.	0,25	1,0		6,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема 2.2. Законы роста толщины оксидных пленок. Процессы диффузии в пленках. Теория	0,25			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					
	Вагнера-Хауффе.								
	Тема2.3.Влияние внешних и внутренних факторов на скорость и характер газовой коррозии.	0,25			3,0				
	Тема2.4.Защита металлов от газовой коррозии: легирование, защитные атмосферы, защитные покрытия, рациональное конструирование.	0,25	1,0		6,0				
	Самостоятельная работа по освоению 2 раздела:				15,0				
	реферат, эссе (тема)								
	расчётно-графическая работа (РГР)								
	контрольная работа								
	Итого по 2 разделу	1,0	2,0		15,0				
	ОПК-1 ИОПК 1.1, 1.2, 1.3	Раздел 3 Электрохимическая коррозия металлов и сплавов.							Презентация
Тема3.1.Термодинамика процесса электрохимической коррозии. Модель электрохимической коррозии. Катодные и анодные процессы.		0,5	1,0		6,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]			
Тема3.2.Электродные потенциалы металлов в процессах коррозии. Вторичные процессы и продукты коррозии. Диаграммы Пурбэ.		0,25			2,0	Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]			
Тема3.3. Аналитический и графический анализ коррозионного процесса. Контроль и контролирующий фактор электрохимических коррозионных процессов.		0,25			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			Самостоятель- ная работа студентов (час)			
		Лекции	Лаборатор- ные работы	Практичес- кие занятия				
ОПК-1 ИОПК 1.1, 1.2, 1.3	Диаграммы Эванса.							
	Тема3.4. Коррозия с водородной деполяризацией. Термодинамическая и кинетическая особенность процесса. Способы защиты.	0,5	1,0		6,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		
	Тема3.5. Коррозия с кислородной деполяризацией и ее особенности.	0,25			2,0			
	Тема3.6. Коррозионные процессы со смешанной деполяризацией.	0,25			2,0			
	Тема3.7. Защита от электрохимической коррозии (легирование, покрытия, обработка среды, рациональное конструирование, комбинированные способы).	0,25			2,0			
	Самостоятельная работа по освоению 3 раздела:				22,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа (РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 3 разделу	2,25	2,0		22,0			
	Раздел 4 Электрохимическая защита металлических конструкций					Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		Презентация
	Тема4.1 Протекторная защита. Катодная защита внешним током.	0,5	1,0		8,0			
	Тема4.2 Анодная защита металлических конструкций.	0,25	-		7,0	Подготовка к лабораторным работам [6.1.1], [6.1.2], [6.1.3], [6.1.4]		

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 4 раздела:				15,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа							
	(РГР)							
контрольная работа								
Итого по 4 разделу	0,75	1,0		15,0				
ОПК-1 ИОПК 1.1, 1.2, 1.3	Раздел 5 Структурно и компонентно-избирательная коррозия сплавов.					Подготовка к лекциям [6.1.1], [6.1.2], [6.1.4]	Презентация	Конспект лекций
	Тема5.1 Межкристаллитная коррозия сплавов и прогнозирование склонности к ней.	0,25			1,0			
	Тема5.2 Методы снижения склонности к межкристаллитной коррозии	0,25			1,0			
	Самостоятельная работа по освоению 4 раздела:				2,0			
	реферат, эссе (тема)							
	расчётно-графическая работа							
	(РГР)							
	контрольная работа							
	Итого по 4 разделу	0,5			4,0			
	Подготовка к зачету				4,0			
	ИТОГО по дисциплине	5,0	5,0		62,0			

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 зачета на 3 курсе. 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	Контрольная неделя	Зачет
$40 < R \leq 50$	Отлично	зачет
$30 < R \leq 40$	Хорошо	
$20 < R \leq 30$	Удовлетворительно	
$0 < R \leq 20$	Неудовлетворительно	незачет

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 тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «удовлетворительно» / «зачтено» 60-74% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «хорошо» / «зачтено» 75-89% от тах рейтинговой оценки контроля	Оценка «отлично» / «зачтено» 90-100% от тах рейтинговой оценки контроля
ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общетехнические знания	ИОПК-1.1 Пользуется методами качественного и количественного моделирования основных	Не знаком с закономерности коррозионных процессов, не умеет составлять адекватные модели, не владеет экспериментальными навыками.	Слабо знаком с закономерности коррозионных процессов, умеет составлять адекватные модели, владеет экспериментальными навыками.	Хорошо знаком с закономерности коррозионных процессов, умеет составлять адекватные модели, владеет экспериментальными навыками, но допускает ошибка	Безошибочно владеет методами и особенностями и закономерностями коррозионных процессов, составлять адекватные модели, владеет экспериментальными навыками
	ИОПК-1.2. Применяет методы математического анализа, принятые в естественнонаучных и инженерных областях	Не знает методики расчета, не умет анализировать полученные результаты.	Слабо умет методики расчета, слабо умет анализировать полученные результаты.	Хорошо знаком с методиками расчета, анализировать полученные результаты, но допускает ошибки	Безошибочно владеет методиками расчета, умет анализировать полученные результаты.
	ИОПК-1.3. Применяет в решении профессиональных задач естественнонаучные и инженерные знания	Не знаком с методами защиты от коррозии, не умеет анализировать ситуационные показатели, не владеет навыками выбора рекомендаций.	Слабо знает методы защиты от коррозии, слабо умеет анализировать ситуационные показатели, слабо владеет навыками выбора рекомендаций.	Хорошо знает методы защиты от коррозии, умеет анализировать ситуационные показатели, владеет навыками выбора рекомендаций, но допускает ошибки.	Безошибочно знает методы защиты от коррозии, умеет анализировать ситуационные показатели, владеет навыками выбора рекомендаций.

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.	Неверов А.С., Родченко Д.А., Цырлин М.И.	Коррозия и защита материалов	М. : Форум, 2013. - 224 с. :	Учеб. пособие	12
6.1.2.	Козырин В.А., Калинина А.А., Михаленко М.Г.	Коррозия металлов и сплавов в различных средах	Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2014. – 188 с	Учебное пособие	5
6.1.3.	Ракоч А.Г., Бардин И.В.	Коррозионностойкие и жаростойкие материалы. Коррозионная стойкость легких	М. : Изд. «Дом» МИСиС, 2011. - 78с.	Курс лекций/ Нац.исслед.технол.у н-т "МИСиС"	2

		конструкционных сплавов в различных средах			
6.1.4.	Пустов Ю.А. [и др.].	Коррозия и защита металлов : Лаб.практикум	М. : Изд. «Дом» МИСиС, 2011. 153с.	Учебное пособие.	2
6.1.5.	Попова А.А.	Методы защиты от коррозии. Курс лекций.	СПб.,: Издательство «Лань», 2021. 272с.	Учебное пособие (Учебник для вузов . Специальная литература).	-
6.1.6.	Дамаскин Б.Б., Петрий О.А., Цирлина Г.А.	Электрохимия	СПб.,: Издательство «Лань», 2015. 672 с.	Учебное пособие (Учебник для вузов. Специальная литература).	-

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.	Жук Н.П.	Курс теории коррозии и защиты металлов	М.:Альянс, 2006, 506с.	Учебник Рекомендовано М-вом высш.и сред.спец.образован-ия	49
6.2.2.	Пустов Ю.А., Кошкин Б.В., Кутырев А.Е.	Коррозия и защита металлов в водных средах	МИСИС М. : Учеба, 2005	Рекомендовано УМО по образованию в обл.металлургии	10
6.2.3.	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, РАН	28

6.3. Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

Методические указания и рекомендации по проведению конкретных видов учебных занятий по дисциплине «Химическое сопротивление материалов» находятся на кафедре «ТЭПиХОВ».

6.3.1. Методические рекомендации по организации аудиторной работы по дисциплине «Химическое сопротивление материалов».

6.3.2. Методические рекомендации по организации и планированию самостоятельной работы по дисциплине «Химическое сопротивление материалов».

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)

1. Научная электронная библиотека E-LIBRARY.ru. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотечная система Поволжского государственного университета сервиса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://elib.tolgaz.ru/> - Загл. с экрана.
3. Электронно-библиотечная система Znanium.com [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/>. – Загл. с экрана.

4. Открытое образование [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://openedu.ru/>. - Загл с экрана.
5. Polpred.com. Обзор СМИ. Полнотекстовая, многоотраслевая база данных (БД) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://polpred.com/>. – Загл. с экрана.
6. 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.
7. 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.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

Для контактной и самостоятельной работы обучающихся выделены помещения, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации:

№	Наименование аудиторий и помещений кафедры	Оснащенность аудиторий и помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	1118 Лаборатория коррозии 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 - 12 чел. 4. Экран настенный; 5. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 19.5 /HDD 54.9; 6. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 1.60 GHz 256 МБ ОЗУ /HDD 19; 7. Персональный компьютер, Intel(R) Pentium(R) 4 CPU 3.00 GHz 512 МБ ОЗУ /HDD 74.5.	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
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	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 H365-W77K-B5HP-N346 от 20.05.2024); Распространяемое по свободной лицензии: 3 Adobe Acrobat Reader X (Freeware); 4. P7 офис 5. Zoom (Free) (1 шт.)

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 «Химическое сопротивление материалов», 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 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.

Козырин В.А., Рогожин В.В., Бачаев М.Г., Михаленко М.Г. // Лабораторный практикум по коррозии и защите металлов // Учебное пособие, НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019, 137 с.

10.4. Методические указания по освоению дисциплины на практических занятиях.

Практические работы не предусмотрены.

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

- проведение контрольных работ;
- теоретический опрос и защита отчетов по лабораторным работам;
- зачет.

11.1. Типовые вопросы для лабораторных работ

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.

Примерные вопросы для коллоквиума:

1. Как определить термодинамическую возможность газовой коррозии? Как меняется термодинамическая возможность газовой коррозии с изменением температуры среды и почему?
2. Внутренние и внешние факторы, влияющие на скорость газовой коррозии?
3. Особые случаи газовой коррозии?
4. Каков механизм газовой коррозии в случае образования защитных и незащитных коррозионных пленок? Каков механизм диффузии в защитных оксидных пленках?
5. По какому закону растут оксидные пленки в случае лимитирующей стадии – диффузии в пленке? По какому закону растут оксидные пленки в случае лимитирующей стадии – химической реакции компонентов в пленке?
6. Как рассчитываются положительный и отрицательный весовые показатели газовой коррозии? Каков физический смысл этих показателей? Как рассчитать отрицательный весовой показатель газовой коррозии, зная ее положительный весовой показатель?
7. Как меняется скорость газовой коррозии с изменением температуры?
8. Как меняется состав коррозионных окислов черных металлов при изменении температуры?
9. Какие методы защиты от газовой коррозии вы знаете?
10. Как зависит скорость газовой коррозии металлов от чистоты поверхности, местных напряжений, скорости движения газовой срезы, наличия наклёпа и других факторов?
11. Обезуглероживание сталей, его химизм и методы его предупреждения.
12. Водородная хрупкость сталей, ее сущность, предупреждение и устранение этого вида коррозионных разрушений.

13. Жаростойкое легирование как метод защиты от газовой коррозии; требования к легирующему компоненту. Основные компоненты жаростойких сталей.
14. Термохромирование и термоалитирование как методы защиты от газовой коррозии, их практическое осуществление и применимость.
15. Безокислительный нагрев в защитных атмосферах. Принцип выбора защитной атмосферы для данного температурного режима обработки металлов.

Образцы вопросов для контроля лабораторной работы:

1. Почему при замыкании ключа в цепи двух электродов ток коррозии сначала имеет большое значение, потом во времени уменьшается и достигает постоянного значения?
2. Почему при сотрясении ячейки ток в цепи двухэлектродной системы возрастает?
3. Почему ток коррозии в двухэлектродной системе не достигает бесконечно больших величин даже при $R_{ом}$ равно нулю?
4. Почему перемешивание электролита в катодном пространстве в большей степени сказывается на возрастании величины тока коррозии по сравнению с перемешиванием в анодном пространстве?
5. Почему при замыкании ключа в цепи двухэлектродной систем потенциал анода смещается в положительном, а катода — в отрицательном направлении?
6. Напишите выражение максимального тока коррозии двухэлектродной системы. От каких характеристик электродных процессов он зависит?
7. Почему с увеличением температуры электролита ток коррозии металлов двухэлектродной системе возрастает?
8. Почему катодные реакции ионизации кислорода и восстановления ионов водорода при коррозионном процессе называют деполяризующими?
9. Почему в перемешиваемом электролите макроэлемента наблюдается меньшая катодная поляризация при более высоком токе?
10. Как скажется на интенсивности работы коррозионного макроэлемента деаэрация раствора?

11.2. Типовые вопросы для промежуточной аттестации

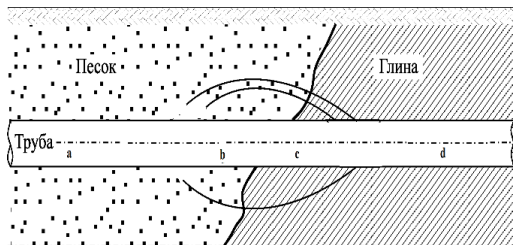
Вопросы к зачету

1. Законы роста оксидных пленок при газовой коррозии металлов.
2. Решение проблемы многоэлектродных коррозионных систем на основе идеальных поляризационных кривых.
3. Решение проблемы многоэлектродных коррозионных систем на основе идеальных поляризационных кривых.
4. Влияние характера катодного процесса на переход коррозионной системы в устойчивое пассивное состояние.
5. Показатели коррозии, оценка коррозионной стойкости металлов и сплавов.
6. Особенности коррозионного процесса с водородной деполяризацией.
7. Определение химической коррозии и ее термодинамическая возможность.
8. Разностный эффект (положительный и отрицательный).
9. Газовая коррозия (карбонильная, водородная, в атмосфере окиси углерода и т.д).
10. Особенности коррозионных процессов с кислородной деполяризацией.
11. Образование оксидных пленок. Условия сплошности пленок.
12. Графический анализ работы коррозионного гальванического элемента.
13. Законы роста оксидных пленок (линейный, параболический, степенной).
14. Коррозия с водородной деполяризацией, ее особенности.
15. Влияние различных факторов на скорость газовой коррозии (температуры, состава газовой среды, состава сплава, скорости движения среды, поверхностного наклепа и т.д.).
17. Использование защитных атмосфер.
18. Анализ работы пассивирующихся коррозионных систем.
19. Механизм диффузии ионов в оксидных пленках

20. Электрохимическая коррозия. Термодинамическая возможность электрохимической коррозии металлов. Вторичные процессы при электрохимической коррозии.
21. Законы роста оксидных пленок при химической коррозии.
22. Влияние катодной поляризации на локальный ток коррозии.
23. Диаграмма Пурбе. Термодинамика процесса коррозии.
24. Анодная поляризация двухэлектродной системе.
25. Влияние характера анодного и катодного процессов на пассивность коррозионных систем.
26. Показатели коррозии и коррозионная стойкость металлов и сплавов.
27. Ингибиторы коррозии. Их классификация и механизм действия.
28. Обратимые и необратимые электродные потенциалы. Механизм их возникновения.
29. Катодные поляризационные кривые при кислородной деполяризации. Влияние водородной деполяризации на кислородную. Особенности процессов коррозии с кислородной деполяризацией.
30. Термодинамическая возможность высокотемпературной химической коррозии.
31. Коррозия металлов с кислородной деполяризацией. Транспорт кислорода к корродируемой поверхности и механизм ионизации кислорода.
32. Поляризационные кривые. Поляризуемость электродных процессов. Влияние поляризуемости на ток коррозии.
33. Анализ работы многоэлектродных коррозионных систем на основе идеальных поляризационных кривых.
34. Механизм диффузии в оксидных пленках.
35. Соотношение между параметрами катодной защиты и практические выводы .
36. Диаграммы коррозии металлов (диаграмма Эванса).
37. Анализ работы многоэлектродных систем на основе реальных поляризационных кривых.
38. Коррозионная стойкость металлов. Показатели коррозии.
39. Катодная поляризация двухэлектродной системы. Защитный эффект.
40. Правило Пиллинга и Бедвортса. Защитные оксидные пленки.
41. Влияние анодного процесса на переход системы в устойчивое пассивное состояние.
42. Классификация коррозионных процессов.
43. Влияние внешней анодной поляризации на локальный ток коррозии.
44. Механизм диффузии в оксидных пленках при высокотемпературной коррозии.
45. Графический анализ коррозионного процесса.
46. Диаграмма Пурбе. Термодинамика коррозионных процессов.
47. Коррозия металлов с водородной деполяризацией. Особенности процесса коррозии с водородной деполяризацией.
48. Жаростойкое легирование.
49. Расчет параметров катодной защиты.
50. Показатели коррозионной стойкости металлов и сплавов.
51. Определение защитного потенциала катодной защиты.
52. Электрохимическая гетерогенность и гомогенность корродирующей поверхности. Химический механизм электрохимической коррозии.
53. Распределение тока и потенциала на поверхности защищаемой конструкции. радиус действия катодной защиты.
54. Механизм и теория пассивного состояния металлов. Анодные процессы на пассивном электроде.
55. Протекание анодных процессов при электрохимической коррозии. Практические выводы из теории электрохимической защиты металлов.
58. Контролирующий фактор электрохимической коррозии; степень контроля.

Образцы тестов:

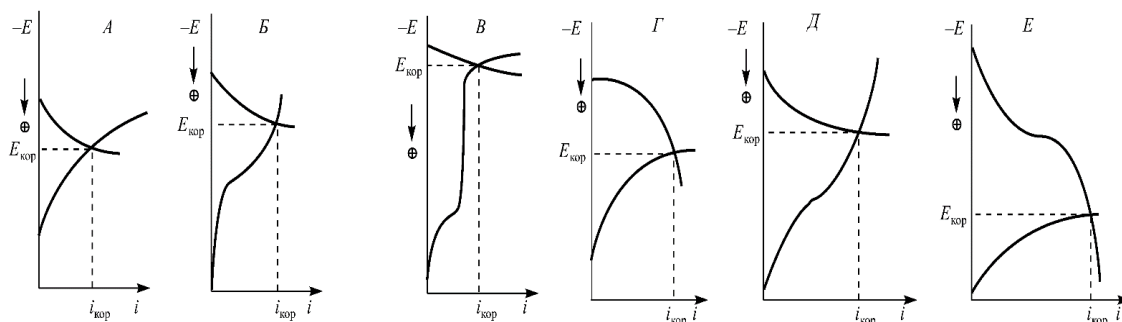
Обведите номер правильного ответа на поставленный вопрос:



В какой области (a,b,c,или d) в наибольшей степени ,будет протекать процесс коррозии подземного трубопровода ?

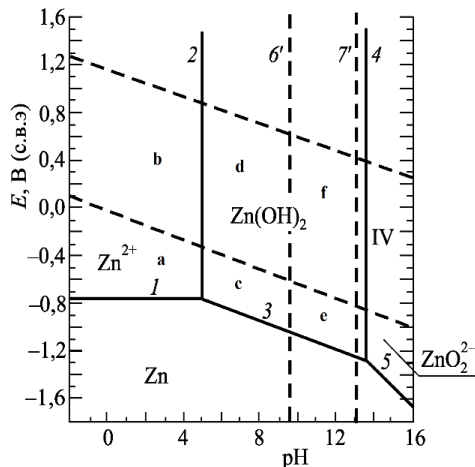
Варианты ответов:

1. - a ; 2 - b ; 3 - c ; 4 - d



В каких коррозионных системах процесс коррозии протекает с катодным контролем?

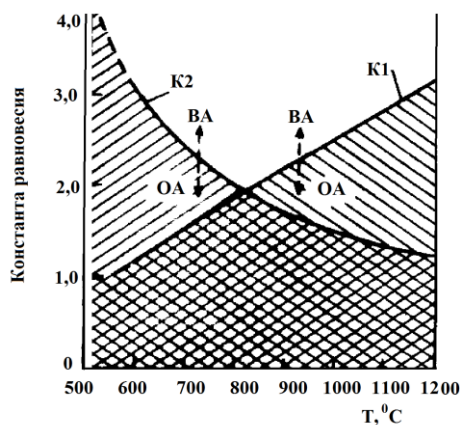
Варианты ответов: 1- А,С; 2 - Б,Д; 3 - Г,Е; 4 - А,Г;



В какой области диаграммы Пурбе (a, b ,c ,d ,e или процесс коррозии цинка в нейтральной среде протекает с водородно-кислородной деполаризацией?

Варианты ответов:

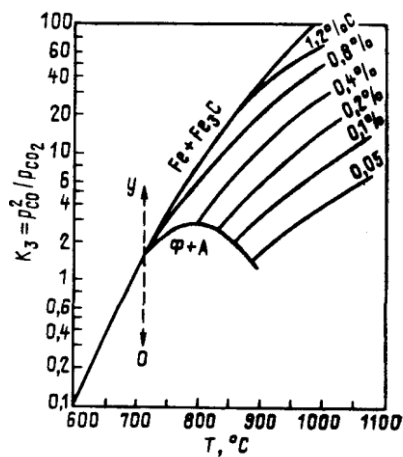
- 1- a ; 2 - b ; 3 - c ; 4 - d ; 5 - e ; 6 - f



Для реакций $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{FeO} + \text{H}_2$ (K1) и $\text{Fe} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{FeO} + \text{CO}$ (K2) подберите состав газовой смеси CO и CO₂, чтобы сталь не корродировала в области температур 600 ÷ 1000 °C ?

Варианты ответов:

1. CO / CO₂ 0,45/0,15
2. CO / CO₂ 0,4/0,2
3. CO / CO₂ 0,6/0,15
4. CO / CO₂ 0,6/0,2



На рисунке приведены кривые зависимости константы равновесия $K_3 = p_{CO}^2 / p_{CO_2}$, от температуры для реакции: $Fe_3C + CO_2 = 3Fe + 2CO$ для сталей с различным содержанием углерода. Подберите состав газовой смеси CO и CO₂, чтобы сталь не обезуглероживалась в области температур 800 ÷ 1000 °C ?

Варианты ответов:

1. CO / CO₂ 0,45/0,15
2. CO / CO₂ 0,4/0,2
3. CO / CO₂ 0,6/0,15
4. CO / CO₂ 0,6/0,2