

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электрохимические методы защиты от коррозии

Код модуля
1161284(1)

Модуль
Теория и технология защиты от коррозии

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Останин Николай Иванович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимических производств
2	Останина Татьяна Николаевна	доктор химических наук, профессор	Профессор	технологии электрохимических производств
3	Рудой Валентин Михайлович	доктор химических наук, профессор	Профессор	технологии электрохимических производств

Согласовано:

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

Авторы:

- **Останин Николай Иванович, Доцент, технологии электрохимических производств**
- **Останина Татьяна Николаевна, Профессор, технологии электрохимических производств**
- **Рудой Валентин Михайлович, Профессор, технологии электрохимических производств**

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Электрохимические методы защиты от коррозии

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	2

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Электрохимические методы защиты от коррозии

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-2 -Способен самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p>	
<p>ОПК-7 -Способен планировать и управлять жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов, включая стадии замысла, анализа требований, проектирования, изготовления, эксплуатации, поддержки, модернизации, замены и утилизации</p>	<p>Д-1 - Проявлять настойчивость в достижении цели; Внимательность; Аналитические умения</p> <p>З-1 - Изложить принципы имитационного моделирования для принятия инженерных решений</p> <p>З-2 - Дать определение жизненного цикла инженерного продукта, его основных стадий и моделей</p> <p>З-3 - Перечислить принципы и возможные ролевые модели управления командой инженерного проекта</p> <p>П-1 - Освоить практики построения и применения имитационных моделей в процессе проектирования</p> <p>П-2 - Иметь практический опыт планирования и управления жизненным циклом инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>П-3 - Формализовать и согласовывать требования, относящиеся к внешним условиям (эксплуатации, сопровождения, хранения, перевозки, вывода из эксплуатации)</p> <p>П-4 - Разработать технические задания на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов, включая выбор оборудования и технологической оснастки</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

	<p>У-1 - Формулировать инженерные задачи с учетом формализованных требований</p> <p>У-2 - Определять основные потребности стейкхолдеров (заинтересованных сторон) и формулировать требования к эффективности инженерных продуктов и технических объектов</p> <p>У-3 - Использовать программные пакеты при построении имитационной модели разрабатываемой системы или использующей системы</p> <p>У-4 - Выбрать оборудование и технологическую оснастку при разработке технических заданий на проектирование и изготовление инженерных продуктов и технических объектов</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p> <p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общеинженерных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p> <p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общеинженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общепрофессиональных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общепрофессиональных наук</p>	
<p>ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности</p> <p>З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов</p> <p>З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений</p> <p>З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p>	
<p>ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать требовательность и принципиальность в процессе контроля выполнения заданий</p> <p>З-1 - Изложить основные нормы и правила, регламентирующие работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-2 - Объяснить принципы и типовой порядок планирования, организации и контроля выполнения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-3 - Перечислить основные разделы документов (технического задания, технических условий и т.п.), в соответствии с которыми выполняются работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>З-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>оптимизации работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>П-1 - Самостоятельно составить план работ в целом по этапам создания, установки и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем либо отдельных этапов этой работы</p> <p>П-2 - Провести контроль выполнения заданий с учетом соответствия регламентам, срокам исполнения и материальным затратам</p> <p>У-1 - Обосновать детальный план проведения работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-2 - Анализировать задания, распределять и объяснять их работникам коллектива при выполнении работ по созданию, установке и модернизации оборудования, технологических процессов и информационных систем</p> <p>У-3 - Оценивать исполнение работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических процессов и информационных систем на соответствие регламентам</p> <p>У-4 - Использовать при необходимости техники цифрового моделирования при выполнении работ по созданию, установке и модернизации технологического оборудования, технологических</p>	
--	---	--

	процессов и информационных систем	
ОПК-6 -Способен планировать и организовать работы по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности с учетом энерго- и ресурсоэффективност и производственного цикла и продукта	<p>Д-1 - Демонстрировать ответственное отношение к работе, организаторские способности</p> <p>З-1 - Перечислить основные технические параметры и технологические характеристики эксплуатируемого оборудования и реализуемых технологических процессов</p> <p>З-2 - Назвать имеющиеся ограничения режимов эксплуатации оборудования и регламенты технологических процессов</p> <p>З-3 - Объяснить принципы энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>П-1 - Организовать в соответствии с разработанным утвержденным планом выполнение работ по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности</p> <p>П-2 - Предлагать и аргументированно доказывать целесообразность корректировок параметров эксплуатации оборудования и реализации технологических процессов для повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p> <p>У-1 - Технически грамотно формулировать задания по эксплуатации технологического оборудования и обеспечению технологических процессов с учетом имеющихся ограничений режимов эксплуатации оборудования и</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лабораторные занятия</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>регламенты технологических процессов У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры У-3 - Обоснованно корректировать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов, добиваясь повышения уровня энерго и ресурсосбережения производственного цикла и продукта</p>	
<p>ПК-6 -Способность проводить расчеты параметров электрохимической защиты, предлагать способы защиты от коррозии металлических объектов</p>	<p>З-1 - Характеризовать основные принципы и особенности электрохимической защиты металлических объектов от коррозии З-3 - Сделать обзор научно-технической информации по теме исследований и разработок П-1 - Моделировать распределение потенциала по длине защищаемой конструкции и осуществлять расчеты параметры электрохимической защиты П-3 - Разрабатывать планы и методические программы проведения исследований и разработок У-1 - Осуществлять организацию и руководство выполнением проектно-исследовательских работ по системам защиты от коррозии линейных сооружений и объектов У-3 - Осуществлять теоретическое обобщение научных данных, результатов экспериментов и наблюдений для выбора и проектирования способа защиты от коррозии</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	2,18	50
<i>контрольная работа</i>	2,18	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>ЛР1. Измерение стационарных потенциалов и определение типа коррозионного процесса</i>	2,18	25
<i>ЛР2. Поляризационные исследования процесса коррозии стали. Определение кинетических параметров процесса ионизации и защитного потенциала</i>	2,18	25
<i>ЛР3. Исследование процесса анодной пассивности металлов</i>	2,18	25
<i>ЛР4. Катодная защита стали в водной среде</i>	2,18	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий – не предусмотрено		

Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	3,18	50
<i>контрольная работа</i>	3,18	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.4		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.6		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>ПР1. Характеристика коррозионной стойкости металлов и сплавов</i>	3,18	14
<i>ПР2. Расчет контактной пары металлов</i>	3,18	14
<i>ПР3. Расчет распределения потенциала по длине защищаемого объекта</i>	3,18	14
<i>ПР4. Расчет сопротивления растекания и срока службы анодов различного типа</i>	3,18	15
<i>ПР5. Расчет мощности станции катодной защиты</i>	3,18	14
<i>ПР6. Расчет параметров протекторной защиты и срока службы протекторов</i>	3,18	14
<i>ПР7. Моделирование защитного действия протекторных лакокрасочных покрытий</i>	3,18	15

Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.3		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>ЛР1. Катодная защита стали в грунте</i>	3,18	25
<i>ЛР2. Протекторная защита стали в водном растворе</i>	3,18	25
<i>ЛР3. Протекторная защита стали в грунте</i>	3,18	25
<i>ЛР4. Сравнение защитных свойств протекторов на основе магния и алюминия</i>	3,18	25
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено		
4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям -не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено		

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта– не предусмотрено		
Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта– защиты – не предусмотрено		

4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам,	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)

	имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка		
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания	Нет результата

5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Характеристика коррозионной стойкости металлов и сплавов
2. Расчет контактной пары металлов
3. Расчет распределения потенциала по длине защищаемого объекта
4. Расчет сопротивления растекания и срока службы анодов различного типа
5. Расчет мощности станции катодной защиты
6. Расчет параметров протекторной защиты и срока службы протекторов
7. Моделирование защитного действия протекторных лакокрасочных покрытий

Примерные задания

Характеристика коррозионной стойкости металлов и сплавов.

Дать сравнительную характеристику коррозионной стойкости и вида коррозионного разрушения углеродистой стали и алюминия, если они находятся в нейтральной водной среде (рН=6).

Необходимо провести расчет потенциала каждого металла в предположении, что его концентрация равна 10^{-6} моль/л. Рассчитать потенциалы возможных реакций деполяризации. Сделать вывод о природе реакций деполяризации и записать реакции, которые протекают при коррозии каждого металла. Дать характеристику продуктам коррозии и коррозионной стойкости металлов. Описать вид коррозионного разрушения и его опасность.

Расчет контактной пары металлов.

Оценить коррозионную стойкости металлов Fe и Zn, контактирующих друг с другом в растворе 3% хлорида натрия (рН=5).

Необходимо рассчитать стационарные потенциалы металлов в указанной среде при условии, что концентрация их ионов близка к ПДК и равна 10^{-6} моль/л. Дать характеристику коррозионной гальванопары: указать, какой металл будет катодом пары, а какой анодом. Предложить способ защиты анодного металла от коррозионного разрушения.

Расчет распределения потенциала по длине защищаемого объекта

Рассчитать длину зоны защиты трубопровода большой протяженности, если минимальный потенциал (по абсолютной величине), должен быть не менее $-0,85$ В, потенциал в точке дренажа равен $-1,1$ В. Стационарный потенциал стали в грунте равен $-0,55$ В. Все потенциалы даны по насыщенному медносulfатному электроду. Известны также: расстояние от анодных

заземлителей до трубопровода 400 м, удельное сопротивление грунта $20 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, коэффициент затухания потенциала $\alpha=5,35\cdot 10^{-5}$, входное сопротивление трубопровода $z=0,06 \text{ Ом}$

Расчет сопротивления растекания и срока службы анодов различного типа

Рассчитать сопротивление растеканию тока одиночного горизонтального анода установленного в засыпку при следующих условиях: удельное сопротивление грунта $25 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, удельное сопротивление засыпки $0,25 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, длина анода 0,5 м, диаметр анода 80 мм, диаметр засыпки 180 мм глубина установки 1,5 м.

Определить срок службы анодного заземлителя из графита массой 20 кг при силе защитного тока 15 А, расходе анода $100 \text{ г/А}\cdot\text{год}$ и коэффициенте использования анода 0,8. Рассчитать при тех же условиях срок службы анода из железа. Расход определить по закону Фарадея

Расчет параметров протекторной защиты и срока службы протекторов

Моделирование защитного действия протекторных лакокрасочных покрытий

Рассчитать продолжительность протекторной стадии защиты цинкнаполненного покрытия в 3% растворе NaCl при условии, что в реальных условиях ток коррозии в отдельном микрогальваническом элементе равен $4,63\cdot 10^{-9} \text{ А}$, плотность открытых (сквозных) пор $8,6\cdot 10^6 \text{ м}^{-2}$, средняя площадь пор $0,33\cdot 10^{-3} \text{ мм}^2$, переходное время при поляризации током 90 А/м^2 3066 с. Фрактальную размерность ЦНП принять равной 2,3.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Измерение стационарных потенциалов и определение типа коррозионного процесса
2. Поляризационные исследования процесса коррозии стали. Определение кинетических параметров процесса ионизации и защитного потенциала
3. Катодная защита стали в водной среде
4. Исследование процесса анодной пассивности металлов
5. Катодная защита стали в грунте
6. Протекторная защита стали в водном растворе
7. Протекторная защита стали в грунте
8. Сравнение защитных свойств протекторов на основе магния и алюминия

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Контрольная работа № 1

Примерный перечень тем

1. Расчет параметров катодной защиты

Примерные задания

1. Стальной трубопровод диаметром 820 мм с толщиной стенки 8 мм покрыт изолирующим покрытием толщиной 2,5 мм. Рассчитать погонное сопротивление трубопровода, погонную проводимость изоляции трубопровода в направлении от трубы к грунту, коэффициент затухания потенциала α , входное сопротивление трубопровода z . Принять, что удельные сопротивления равны:

для стали $1,35 \cdot 10^{-7}$ Ом·м и для изоляции $1 \cdot 10^8$ Ом·м

2. Рассчитать необходимую мощность станции катодной защиты для следующих параметров участка защиты: общая длина соединительных медных проводов сечением 10 мм^2 равна 450 м; сопротивление растеканию тока группы анодных заземлителей 1,5 Ом; сила защитного тока 12 А. Потенциал в точке дренажа равен $-1,1$ В, защитный потенциал $-0,85$. Стационарный потенциал стали в грунте равен $-0,55$ В. Все потенциалы даны по насыщенному медносульфатному электроду. Удельное сопротивление меди $1,75 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Рассчитать сопротивление растеканию тока одиночного вертикального анода при следующих условиях: удельное сопротивление грунта 45 Ом·м, высота анода 0,5 м, диаметр анода 80 мм, глубина установки 1,5 м

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Протекторная защита

Примерные задания

1. Определить теоретическую и практическую токоотдачу, коэффициент полезного действия магниевого протектора. Известно, что за 6 месяцев убыль массы протектора составила 2,3 кг при токе 0,5 А.
2. Рассчитать продолжительность протекторной стадии защиты цинкнаполненного покрытия в 3% растворе NaCl при условии, что в реальных условиях ток коррозии в отдельном микрогальваническом элементе равен $4,63 \cdot 10^{-9}$ А, плотность открытых (сквозных) пор $8,6 \cdot 10^6$ м⁻², средняя площадь пор $0,33 \cdot 10^{-3}$ мм², переходное время при поляризации током 90 А/м² составляет 3066 с. Фрактальную размерность ЦНП принять равной 2,3.
1. Рассчитать электропроводность цинкнаполненного покрытия при объемной концентрации цинкового порошка 0,74 со средним размером частиц 9,6 мкм, если $\rho_0 = 4,5 \cdot 10^{-4}$ Ом·м и $a = 4,62 \cdot 10^{-6}$ м.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Расчет контактных пар металлов

Примерные задания

Пример задания на ДР №1

Найти потенциал контактирующих металлов, коррозионный ток растворения металла, являющегося анодом, и весовой показатель скорости коррозии, если электропроводность среды высокая, температура 25С. Провести анализ коррозионного процесса в контактной паре: определить степень катодного и анодного контроля, долю водородной и кислородной деполяризации.

№	Контактная пара M2/M1	Раствор	Соотношение площадей металлов, S2/S1, см ² /см ²
2	Fe/Zn	Раствор сульфата натрия, pH=4	25/5
3	Fe/Mg	3% NaCl, pH=6	50/10
4	Fe/Cd	3% NaCl, pH=7	20/30
5	Fe/Al	Слабощелочной раствор NOH, pH=8	45/20

Справочные данные.

Таблица 1. Значения постоянных уравнения Тафеля на разных металлах.

Металл	Кислые растворы		Щелочные растворы	
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Al	1,00	0,1	0,64	0,14
Cd	1,40	0,12	1,05	0,16
Co	0,62	0,14	0,60	0,14
Cu	0,87	0,12	0,96	0,12
Fe	0,70	0,12	0,76	0,11
Ni	0,63	0,11	0,65	0,10
Zn	1,24	0,12	1,20	0,12

Таблица 2. Кинетические параметры электродного процесса ионизации металла.

Металл	Ток обмена, $i_{0,M}$, А/см ²	Коэффициент переноса, α
Al	$9 \cdot 10^{-4}$	0,34
Cd	$1,3 \cdot 10^{-3}$	0,45
Co	$1,3 \cdot 10^{-5}$	0,35
Cu	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,32
Fe	10^{-7}	0,5
Ni	10^{-8}	0,3
Zn	$4 \cdot 10^{-5}$	0,5

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Моделирование параметров катодной защиты трубопроводов

Примерные задания

Провести моделирование протекторной защиты трубопровода и сделать вывод о влиянии одного из параметров, в соответствии с индивидуальным заданием, на протяженность зоны защиты.

Провести расчет в Excel протяженности зоны защиты, параметров протекторной установки (ток протекторной установки $I_{пр}$, напряжение группы протекторов $U_{пр}$, сопротивление растеканию R_A , срок службы протекторов T) и распределение потенциала в плече защиты.

Исходные данные для расчета параметров электрохимической защиты с помощью протекторов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные для расчета параметров протекторной защиты

Величина	Значение	Размерность	Примечание
$\rho_{из}$	$4,42 \cdot 10^{-5}$	Ом·м	Удельное сопротивление изоляции
$\delta_{из}$	6	мм	Толщина изоляции
D	108	мм	Диаметр трубопровода
δ_T	6	мм	Толщина стенки трубопровода
ρ_T	$0,6 \cdot 10^{-6}$	Ом·м	Удельное сопротивление металла трубы
$d_{ак}$	0,27	м	Диаметр активатора
$l_{ак}$	0,71	м	Длина активатора
$\rho_{гр}$	25	Ом·м	Удельное сопротивление грунта
n	4		Число протекторов в группе
$l_{пр}$	0,71	м	Длина протектора
$h_{пр}$	2,2	м	Заглубление протектора
$d_{пр}$	0,181	м	Диаметр протектора
$\rho_{ак}$	0,2	Ом·м	Удельное сопротивление активатора
$s_{пр}$	3	м	Расстояние между протекторами в группе
y	10	м	Удаление протектора от трубопровода
$E_{пр}$	-1,6	В	Потенциал протекторной установки до подключения к трубопроводу (м.с.э.)
$\eta_{и}$	0,95		Коэффициент использования анодной массы
$q_{п}$	3,95	кг/А·год	Электрохимический эквивалент магния
$M_{п}$	20	Кг	Масса одного протектора (анода)
E_{min}	-0,9	В	Защитный потенциал (м.с.э.)
$E_{ст}$	-0,55	В	Стационарный потенциал стали (м.с.э.)

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Физико-химические причины коррозии металлов. Ущерб от коррозии, прямые и косвенные потери. Защита от коррозии как технологический процесс
2. Различные подходы к классификации коррозионных процессов. Типы коррозионных процессов: химическая, электрохимическая, кавитационная, эрозионная, биологическая

3. Условия протекания коррозионных процессов: в газах, атмосфере, почве, в криоклимате, в жидких средах, под напряжением. Характер коррозионных поражений

4. Разработка противокоррозионной защиты. Рациональное проектирование оборудования. Выбор способа коррозионной защиты. Коррозионный мониторинг. Экономическая оценка

5. Приемы рационального проектирования: минимизация площади контакта с агрессивной средой, обтекаемость элементов конструкции, технологичность конструкторских решений и др. Припуски на коррозию

6. Выбор контактных пар: учет стационарных потенциалов, рациональное соотношение площадей разнородных металлов, электрическая изоляция

LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Теоретические основы катодной защиты. Парциальные поляризационные кривые, равновесный, стационарный и защитный потенциалы. Перезащита и критический потенциал

2. Распределение тока и потенциала по поверхности защищаемого сооружения

3. Защита трубопроводов: эквивалентная электрическая схема, погонное сопротивление трубопровода, погонная проводимость изоляция трубопровода

4. Расчет длины зоны защиты и защитного тока для случаев полубесконечной зоны защиты

5. Расчет длины зоны защиты и защитного тока защищаемого участка конечной длины

6. Моделирование катодной защиты с учетом наличия анодных заземлителей и соседних станций катодной защиты

7. Выбор типа анодных заземлителей. Расчет сопротивления растеканию тока анодных заземлителей разного типа

8. Проектирование станций катодной защиты. Определение напряжения и мощности станции катодной защиты

9. Обнаружение блуждающих токов. Построение диаграмм распределения относительного воздействия положительных и отрицательных потенциалов по длине сооружения

10. Расчет коэффициента влияния блуждающих токов на скорость коррозии в знакопеременных зонах

11. Методы защиты от коррозии блуждающими токами: простой, поляризованный и усиленный дренажи

12. Лабораторно-полевой метод определения коррозионной активности грунтов

13. Электрохимический механизм протекторной защиты. Особенности протекторной защиты и условия применения

14. Протекторные металлы и сплавы. Основные показатели эффективности протекторов: токоотдача, коэффициента полезного использования протектора, срок службы

15. Определение параметров протекторной защиты

16. Протекторные цинкнаполненные покрытия. Механизм защитного действия. свойства

LMS-платформа – не предусмотрена

5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.