

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электрохимические методы защиты от коррозии

Код модуля
1158146

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-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 инженерных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и инженерных 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 инженерных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и инженерных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и инженерных наук</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>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 З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений З-3 - Привести примеры сравнения предложенных решений с мировыми аналогами З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений 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 У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>
--	---	---

	информационных, и технологических процессов	
ОПК-5 -Способен планировать, организовывать и контролировать работы по созданию, установке и модернизации технологического оборудования и технологических процессов в сфере своей профессиональной деятельности	<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-4 - Показать возможности использования цифровых технологий (создание цифровых двойников) для 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</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>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 процессов и информационных систем</p>	
<p>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>	<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</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>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 регламенты технологических процессов</p> <p>У-2 - Оценивать ход эксплуатации технологического оборудования и реализации технологических процессов на основании визуального анализа и показаний контрольно-измерительной аппаратуры</p> <p>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</p> <p>П-1 - Моделировать распределение потенциала по длине защищаемой конструкции и осуществлять</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия</p>

	расчеты параметры электрохимической защиты У-1 - Осуществлять организацию и руководство выполнением проектно-изыскательских работ по системам защиты от коррозии линейных сооружений и объектов	Экзамен
--	---	---------

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>контрольная работа</i>	2,18	50
<i>домашняя 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 – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лекциям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
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– 0.4		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.6		
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. 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).

Таблица 4

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, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
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. Практически/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
- 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 мм² 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, $i_{0,Me}$, 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^{-3}	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. Защитная плотность тока и защитный потенциал. Перезащита и критический потенциал

2. Распределение тока и потенциала по поверхности защищаемого сооружения. Защита трубопроводов: эквивалентная электрическая схема, погонное сопротивление трубопровода, погонная проводимость изоляции трубопровода

3. Расчет длины зоны защиты и защитного тока для случаев полубесконечной зоны защиты и защищаемого участка конечной длины без учета анодных заземлителей

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

5. Выбор типа анодных заземлителей. Расчет сопротивления растеканию тока

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

7. Обнаружение блуждающих токов. Построение диаграмм распределения относительного воздействия положительных и отрицательных потенциалов по длине сооружения. Расчет коэффициента влияния блуждающих токов на скорость коррозии в знакопеременных зонах

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

9. Лабораторно-полевой метод определения коррозионной активности грунтов по убыли массы

10. Механизм протекторной защиты. Протекторные металлы и сплавы. Определение срока службы протекторов и параметров защиты

11. 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.

