

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 06 » марта 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления)

Направленность: Оборудование нефтегазопереработки (СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины

Формирование комплекса знаний, умений и навыков по основным закономерностям протекания процесса коррозии и механизма реакций, определяющих вид и скорость коррозионного разрушения; по выбору рационального метода защиты технологического оборудования от коррозии в конкретных условиях.

Задачи дисциплины

- изучить теоретические основы коррозии металлов и сплавов;
- уметь производить выбор конструкционных материалов оборудования с учетом их коррозионной стойкости в конкретных условиях;
- владеть навыками применения методов защиты металлов от коррозии.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объектами дисциплины являются

- коррозионные процессы, их механизм и скорость в условиях воздействия коррозионной среды;
- металлы и сплавы с повышенной коррозионной стойкостью и жаростойкостью;
- мероприятия по защите металлов от коррозии.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	Знает коррозионные характеристики металлов и сплавов и методы их определения	Знает технические характеристики, конструктивные особенности, назначение, режимы работы и правила эксплуатации технологических машин и оборудования отрасли	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	Умеет анализировать причины отказов оборудования, обусловленные процессами коррозии, и разрабатывать мероприятия по защите оборудования от коррозии	Умеет выполнять расчёты параметров технологических машин и оборудования, осуществлять анализ причин отказов оборудования, разрабатывать мероприятия повышения надежности оборудования; проводить анализ нарушений правил технической эксплуатации оборудования	Защита лабораторной работы
ПК-1.1	ИД-3ПК-1.1	Владеет навыками коррозионного мониторинга на стадии эксплуатации оборудования	Владеет навыками контроля технического состояния оборудования; обеспечения соблюдения правил, инструкций и технических условий при эксплуатации технологического оборудования	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-1ПК-1.2	Знает нормативно-техническую документацию в области коррозии и защиты металлов	Знает технологические регламенты установок; технологические схемы установок; основное оборудование процесса, принципы его работы и правила технической эксплуатации; требования законодательных, нормативных правовых и локальных актов, инструкций, правил по промышленной и пожарной безопасности, охране труда;	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-2ПК-1.2	Умеет осуществлять коррозионный мониторинг при эксплуатации оборудования	Умеет осуществлять надзор за безопасной эксплуатацией технологического оборудования; анализировать причины отказа работы технологического оборудования;	Защита лабораторной работы
ПК-1.2	ИД-3ПК-1.2	Владеет навыками подготовки технической документации при организации мероприятий по защите	Владеет навыками подготовки технической документации на оборудование технологических	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		оборудования от коррозии.	объектов.	
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает теоретические основы коррозионных процессов, протекающих в природных и технологических средах, методы и стандарты коррозионных испытаний металлов и сплавов	Знает научные основы и современные разработки в области сопротивления материалов, механики разрушения, технологии материалов и материаловедения; принципы, физические основы, техническое обеспечение видов и методов испытаний; отечественные и зарубежные стандарты, нормативные документы и правила по заявленному виду и методу испытаний; элементы теории вероятности, математической статистики при обработке результатов испытаний; методики испытания по другим видам и методам испытаний; вредные экологические факторы данного метода испытания и способы предотвращения их воздействия на окружающую среду и человека; современное состояние и перспективы развития данного метода испытаний;	Зачет
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет производить испытания и выбор материалов оборудования, работающего в химически агрессивных средах и при высоких температурах.	Умеет определять методы, испытательное оборудование и методики, необходимые для конкретных видов испытаний; выбирать способы и методы испытаний и определения критериев; выполнять испытания, давать оценку и идентифицировать угрозы, выдавать заключения о результатах испытаний; разрабатывать методические рекомендации, методики,	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			инструкции по проведению испытаний; организовывать, проводить и руководить экспериментальными работами по данному виду и методу испытаний; контролировать работу специалистов 5 уровня	
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками испытаний металлов на коррозионную стойкость и выдачи заключений о результатах испытаний	Владеет навыками выполнения испытаний; выдачи оценки и идентификации угрозы; выдачи заключений о результатах испытаний	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		6	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	49	49	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	15	15	
- лабораторные работы (ЛР)	30	30	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	59	59	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
6-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы коррозии металлов	8	16	0	30
<p>Химическая коррозия. Жаростойкость и жаропрочность. Газовая коррозия металлов. Термодинамика газовой коррозии. Давление диссоциации оксидов и его вычисление. Пленки на поверхности металлов, их классификация. Условие сплошности пленок. Законы роста пленок: линейные, логарифмические, параболические. Уравнения Таммана и Эванса. Туннельный эффект в тонких пленках, роль диффузии в толстых защитных пленках. Экспериментальное определение закона роста пленки.</p> <p>Газовая коррозия стали и чугуна. Строение железной окалины: вюстит, магнетит, гематит. Законы роста пленок оксидов железа при образовании окалины. Влияние внешних и внутренних факторов на скорость коррозии стали. Обезуглероживание стали, водородная хрупкость стали, рост чугунов и другие случаи газовой коррозии.</p> <p>Электрохимическая коррозия. Деполяризация. Электрохимическая неоднородность поверхности металлов. Термодинамическая возможность электрохимической коррозии. Равновесные электродные потенциалы анодного растворения металлов. Диаграммы Пурбе. Равновесные потенциалы деполяризаторов: водородный и кислородный электроды. Стационарные потенциалы металлов и их возникновение.</p> <p>Кинетика электрохимической коррозии. Поляризация электродов в коррозионном гальваническом элементе. Поляризационные кривые. Коррозия с кислородной деполяризацией. Стадии и поляризационная кривая кислородной деполяризации. Перенапряжение ионизации кислорода. Уравнение Тафеля. Концентрационная поляризация кислорода. Предельная диффузионная плотность тока и расчет толщины диффузионной пленки. Коррозия с водородной деполяризацией. Стадии водородной деполяризации. Перенапряжение водорода. Газовая концентрационная поляризация. Графический расчет электрохимической коррозии. Диаграммы коррозии короткозамкнутого гальванического элемента. Контролирующий фактор коррозии. Степень контроля. Максимальный коррозионный ток. Показатели коррозии: токовый, массовый, глубинный, объемный, механический. Шкала коррозионной стойкости металлов.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Пассивность металлов. Пассиваторы: анодная поляризация и окислители. Поляризационная кривая пассивации. Предельный ток пассивации и ток полной пассивации. Перепассивация. Влияние конструктивных особенностей элементов машин и аппаратов на коррозионный процесс: характер обработки поверхности, контакт различных материалов, наличие сварных швов, распределение тепловых потоков, наличие застойных зон.				
Методы защиты металлов от коррозии.	7	14	0	29
Принципы коррозионностойкого легирования. Коррозионная характеристика железа и его сплавов. Углеродистые, низко- и среднелегированные стали и чугуны. Кремнистый и хромистые чугуны. Хромистые, хромоникелевые хромоникельмолибденовые стали. Жаростойкое легирование. Теории жаростойкого легирования: образование защитного оксида на поверхности сплава, образование защитных двойных оксидов типа шпинелей. Требования к легирующим металлам. Жаростойкие стали. Жаростойкое легирование тугоплавких металлов. Защитные покрытия. Металлические покрытия, механизм их защитного действия. Катодные и анодные металлические покрытия. Методы нанесения металлических покрытий: гальванический и химический методы, напыление, нанесение из расплавов, плакирование. Применение металлических покрытий. Тонкослойные покрытия, получаемые химической и электрохимической обработкой металлической поверхности: оксидирование, фосфатирование, анодирование. Жаростойкие защитные покрытия. Термодиффузионный и термомеханический способы нанесения жаростойких покрытий. Электрозащита: катодная и анодная защита внешним током. Протекторная защита. Коэффициент защитного действия и защитный эффект. Области использования электрозащиты. Обработка коррозионной среды. Деаэрация. Обессоливание воды. Ингибиторы коррозии металлов, их классификации, механизм защитного действия и область применения. Ингибиторный эффект. Консервация химического оборудования, средства, методы и типовые схемы консервации. Защитные газовые среды.				
ИТОГО по 6-му семестру	15	30	0	59
ИТОГО по дисциплине	15	30	0	59

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Газовая коррозия металлов
2	Перенапряжение водорода
3	Кислородная деполяризация катода
4	Графический расчет электрохимической коррозии
5	Потенциостатический метод исследования коррозии металлов
6	Оксидирование стали
7	Анодирование алюминия
8	Нанесение цинкового покрытия гальваническим методом

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Семенова И. В. Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие для вузов / И. В. Семенова , А. В. Хорошилов, Г. М. Флорианович. - М.: Физматлит, 2006.	10
2	Семенова И. В. Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие для вузов / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. - Москва: Физматлит, 2002.	95
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов : учебное пособие для вузов / Н. П. Жук. - Москва: Альянс, 2006.	77
2	Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов : учебное пособие для вузов / Н. П. Жук. - Москва: Альянс, 2014.	5
3	Пахомов В. С. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии : учебное пособие для вузов / В. С. Пахомов, А. А. Шевченко. - Санкт-Петербург: Профессия, 2016.	4
4	Шевченко А. А. Химическое сопротивление неметаллических материалов и защита от коррозии : учебное пособие для вузов / А. А. Шевченко. - Москва: Химия, КолосС, 2006.	12
2.2. Периодические издания		
1	Коррозия: материалы, защита : научно-технический, производственный и учебно-методический журнал / Наука и технологии. - Москва: Наука и технологии, 2003 - .	1
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Государственные стандарты единой системы защиты от коррозии, старения и биоповреждений (ЕСЗКС)	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии: Метод. указания, программа и конт. работа для студентов заоч. обучения /Сост. Т.С. Соколова – Изд-во Перм. гос. техн. ун-та., Пермь, 2003.–49 с.	15

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Жук Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов : учебное пособие для вузов / Н. П. Жук. - Москва: Альянс, 2014.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks151016	сеть Интернет; свободный доступ
Дополнительная литература	Пахомов В. С. Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии : учебное пособие для вузов / В. С. Пахомов, А. А. Шевченко. - Санкт-Петербург: Профессия, 2016.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks147212	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Семенова И. В. Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие для вузов / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. - Москва: Физматлит, 2002.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks58918	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки	https://dvs.rsl.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Весы лабораторные ВЛТЭ-150	1
Лабораторная работа	Весы лабораторные ВЛТЭ-500	1
Лабораторная работа	Вольтметр	1
Лабораторная работа	Гальванометр	1
Лабораторная работа	Магазин сопротивлений	4
Лабораторная работа	Микроамперметр	4
Лабораторная работа	Печь электрическая	1
Лабораторная работа	Потенциометр Р-307	4
Лабораторная работа	Потенциостат П-5827М	1
Лабораторная работа	Стол лабораторный СТФ-2	7
Лабораторная работа	Стол лабораторный СТФ-3	8
Лабораторная работа	Тестер Ц-4315	2
Лабораторная работа	Шкаф вытяжной ШВ-2-3	1
Лекция	Мультимедиа комплекс: проектор Panasonic, ноутбук Lenovo (ноутбук ToshibaEuropeGMBH).	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Химическое сопротивление материалов и защита от коррозии»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки: 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Направленность (профиль) образовательной программы: Оборудование нефтегазопереработки (СУОС)

Квалификация выпускника: «Бакалавр»

Выпускающая кафедра: Оборудование и автоматизация химических производств

Форма обучения: Очная

Курс: 3

Семестр: 6

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

Форма промежуточной аттестации: Зачёт: 6 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (6-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля		
	Текущий	Рубежный	Итоговый
	ТО	ОЛР	Зачёт
Усвоенные знания			
3.1 Знает коррозионные характеристики металлов и сплавов и методы их определения	ТО1		ТВ
3.2 Знает нормативно-техническую документацию в области коррозии и защиты металлов	ТО2		ТВ
3.3 Знает теоретические основы коррозионных процессов, протекающих в природных и технологических средах, методы и стандарты коррозионных испытаний металлов и сплавов	ТО3		ТВ
Освоенные умения			
У.1 Умеет анализировать причины отказов оборудования, обусловленные процессами коррозии, и разрабатывать мероприятия по защите оборудования от коррозии		ОЛР6 ОЛР7 ОЛР8	ПЗ

У.2 Умеет осуществлять коррозионный мониторинг при эксплуатации оборудования		ОЛР1 ОЛР5	ПЗ
У.3 Умеет производить испытания и выбор материалов оборудования, работающего в химически агрессивных средах и при высоких температурах		ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3	ПЗ
Приобретенные владения			
В.1 Владеет навыками коррозионного мониторинга на стадии эксплуатации оборудования		ОЛР1 ОЛР5	ПЗ
В.2 Владеет навыками подготовки технической документации при организации мероприятий по защите		ОЛР6 ОЛР7 ОЛР8	ПЗ
В.3 Владеет навыками испытаний металлов на коррозионную стойкость и выдачи заключений о результатах испытаний		ОЛР1 ОЛР4	ПЗ

ТО – теоретический опрос; ОЛР – отчет по лабораторной работе; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 8 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки усвоенных умений приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.3.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Показатели коррозии.
2. Законы роста оксидных пленок при газовой коррозии.
3. Поляризация в коррозионном гальваническом элементе.
4. Принципы коррозионностойкого легирования.
5. Нанесение оксидных покрытий химическим и электрохимическим методом.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Оценить термодинамическую устойчивость металла к газовой коррозии.
2. На основании поляризационной кривой кислородной деполяризации установить коэффициенты в уравнении Тафеля.
3. Осуществить графический расчет электрохимической коррозии при контакте разнородных металлов.
4. На основании диаграммы коррозии обосновать выбор легирующих металлов для повышения коррозионной стойкости сплава.
5. Оценить эффективность катодной защиты.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. При окислении железа на воздухе ($P_{O_2} = 0,21$ атм.) при температуре 1100°C получены следующие данные.

Время t , мин.	100	200	300	500	800	1000
Δm , мг/см ²	80	125	145	200	260	300

Установите законы роста оксидной пленки $h = f(t)$ и $\Delta m = f(t)$ и массовый показатель коррозии K_m (г/м²·ч). Плотность ρ FeO равна $5,7$ г/см³. Укажите лимитирующую стадию окисления железа.

2. Коррозия титана в кислоте в отсутствие кислорода протекает с водородной деполяризацией при катодном контроле. Точка короткого замыкания находится в области активного состояния титана. Укажите общий вид диаграммы коррозии для этого случая.

Как изменится вид диаграммы коррозии и скорость коррозии, если в титане содержится микропримесь ($\sim 0,2\%$) палладия и выполняется условие перенапряжение η (Ti) $\gg \gg \eta$ (Pd)? Какие параметры следует определить из диаграммы коррозии, чтобы оценить изменение скорости коррозии?

Составьте уравнения процессов на электродах коррозионного гальванического элемента Ti – Pd.

3. Определите продолжительность электролиза при нанесении хромового покрытия на стальную пластину с размерами $7\text{см} \times 12\text{см}$ при

толщине покрытия 50 мкм (плотность хрома 7,19 г/см³), если плотность тока составила 0,2 А/см² с выходом по току 30 %.

Составьте электронно-ионные уравнения процессов на электродах при получении хромового покрытия на стали в растворе H₂SO₄ + H₂CrO₄ с инертным анодом.

2.3.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.