

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Институт естествознания  
Кафедра химии

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института:



Е. В. Скрипников:

«21» января 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.1 Коррозия металлов с водородной деполяризацией

Направление подготовки/специальность: 04.03.01 - Химия

Профиль/направленность/специализация: Химия твёрдого тела и химия материалов

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

**Автор программы:**

Кандидат химических наук, доцент Бердникова Галина Геннадьевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 04.03.01 - Химия Министерства образования и науки РФ от «17» июля 2017 г. № 671).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры химии «11» января 2021 г. Протокол № 4

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «21» ян

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели	и	задачи	
дисциплины.....			4
2. Место	дисциплины	в	структуре
бакалавра.....			ОП
			5
3. Объем	и	содержание	
дисциплины.....			5
4. Контроль	знаний	обучающихся	и
средства.....			и типовые
			оценочные
			10
5. Методические	указания	для	обучающихся
(модуля).....			по освоению
			дисциплины
			32
6. Учебно-методическое	и	информационное	обеспечение
дисциплины.....			
			32
7. Материально-техническое	обеспечение	дисциплины,	программное
профессиональные	базы	данных	и
системы.....			информационные
			справочные
			33

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-1 Способен выполнять работы по защите внутренней поверхности металлоконструкций от коррозии

ПК-2 Способен осуществлять руководство работами по электрохимической защите подземных и подв

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоени

- организационно-управленческий
- технологический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности химико-технологическое производство (в сфере оптимизации существующих и разработки новых получения и анализа продукции, в сфере контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовой продукции), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленно-опытно-конструкторских разработках и внедрения химической продукции различного назначения, в технического контроля качества продукции)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
- С/04.6 Руководство работами по электрохимической защите внутренней поверхности металлических конструкций	ПК-1 Способен выполнять работы по защите внутренней поверхности металлоконструкций от коррозии	Выбирать методы коррозионных испытаний согласно поставленным задачам
- С/02.6 Руководство работами по электрохимической защите морских металлических конструкций	ПК-2 Способен осуществлять руководство работами по электрохимической защите подземных и подводных металлических конструкций	Способность руководить коллективом для выполнения поставленной задачи

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-1 Способен выполнять работы по защите внутренней поверхности металлоконстр

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		6	7	8

1	Адаптационная дисциплина для инвалидов и лиц с ОВЗ "Социальная экология"			+
2	Ингибиторы коррозии металлов			+
3	Смачивание и адсорбция			+
4	Теория коррозии металлов		+	+
5	Технологическая практика	+		

ПК-2 Способен осуществлять руководство работами по электрохимической защите металлических конструкций

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		6	7	8
1	Адаптационная дисциплина для инвалидов и лиц с ОВЗ "Социальная экология"			+
2	Ингибиторы коррозии металлов			+
3	Смачивание и адсорбция			+
4	Теория коррозии металлов		+	+
5	Технологическая практика	+		

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Коррозия металлов с водородной деполяризацией» относится к части, формируемой отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 04.03.01 - Химия.

Дисциплина «Коррозия металлов с водородной деполяризацией» изучается в 8 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 4 з.е.

Очная: 4 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>144</b>
Контактная работа	72
Лекции (Лекции)	36
Практические (Практ. раб.)	36

Самостоятельная работа (СР)	36
Экзамен	36

### 3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лекции	Практич. раб.	СР	
		О	О	О	
8 семестр					
1	Углекислотная и сероводородная коррозия	6	Пп 6	6	Тестирование; Практическое задание для практической подготовки
2	Микробиологическая коррозия	6	Пп 6	6	Тестирование; коллоквиум; Практическое задание для практической подготовки
3	Коррозия железа и его сплавов	6	6	6	Тестирование
4	Коррозионное растрескивание под напряжением	6	6	6	Тестирование; коллоквиум
5	Коррозия цинка	4	4	4	Выступление с докладом
6	Коррозия никеля	4	4	4	Выступление с докладом
7	Коррозия алюминия и магния	4	4	4	Выступление с докладом коллоквиум

### Тема 1. Углекислотная и сероводородная коррозия (ПК-1)

#### Лекция.

Агрессивные свойства сред, содержащих углекислый газ, встречающихся при добыче газа и нефти продуктах скважин. Коррозионные проблемы, возникающие при переработке нефти и при ее контакте с углекислым газом в нефти и минерализованной пластовой воде. Влияние углекислого газа на катод оборудования: альтернативные механизмы процесса. Участие угольной кислоты в анодной реакции: уравнение и виды осадков, образующихся при угольной коррозии, влияние их структуры на скорость карбонатно-окисных пленок: гомогенный и гетерогенный. Влияние низкомолекулярных карбоновых кислот. Защита от угольной коррозии: водорастворимые и углеводородорастворимые ингибиторы. Сероводородная коррозия. Природные источники сероводорода. Формы существования сероводорода в различных агрессивных средах нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности. Катодная реакция при сероводородной коррозии. Влияние сероводорода на анодную стадию. Роль катодов. Питтингообразование. Сульфидная хрупкость. Ингибирование сероводородной коррозии. Двухфазная коррозия.

#### Практическое занятие.

1. Агрессивные свойства сред в нефтяной и газодобывающей промышленности.
2. Углекислотная коррозия: механизм катодного процесса. Подходы де Варда-Миллиамса, Фокина,
3. Углекислотная коррозия: механизмы анодного процесса. Ингибирование.
4. Форма нахождения сероводорода в растворе. Продукты сероводородной коррозии сталей: усиление сероводорода.
5. Сероводородная коррозия: ускорение катодной реакции в присутствии сероводорода.
6. Роль сульфидов железа в сероводородной коррозии железа и сталей.
7. Сульфидная хрупкость стали и ее ингибирование.

## 8. Ингибирование сероводородной коррозии.

### **Задания для самостоятельной работы.**

- Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную с
- а) углекислотной коррозии стали;
  - б) сероводородной коррозии стали.
  - в) изучению новых ингибиторов коррозии железа и стали в сероводородсодержащих растворах.
  - г) ингибированию коррозии углеродистой стали в углекислотных растворах.

## **Тема 2. Микробиологическая коррозия (ПК-1)**

### **Лекция.**

Биологическая коррозия, биохимическое разрушение металлов, микробиологическая коррозия. При коррозии. Анаэробные и аэробные микроорганизмы, автотрофы и гетеротрофы. Основные анаэ растворение Сульфатвосстанавливающие бактерии, их распространение и условия жизни сульфатвосстанавливающих бактерий на охрупчивание сталей. Теория микробиологической Нитратвосстанавливающие бактерии и бактерии, образующие метан: условия их жизнедеятельности и процессе. Аэробные микроорганизмы: бактерии, окисляющие серу, серобактерии, бактерии, осаждае меры борьбы с микробиологической коррозией: предотвращение попадания микроорганизмов в уста биохимической коррозии; уничтожение уже имеющихся микроорганизмов (использование ядов орга антибиотиков, подавление обменной деятельности микроорганизмов, например, аэрацией для анаэро контакта микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности с защищаемой поверхностью металла покрытий, покрытия хромистыми соединениями, фенольная пропитка изоляции), применение катодн

### **Практическое занятие.**

1. Микробиологическая коррозия: аэробные и анаэробные бактерии.
2. Коррозия под действием сульфат восстанавливающих бактерий.
3. Коррозия при участии нитратвосстанавливающих и образующих метан бактерий.
4. Аэробные микроорганизмы вызывающие микробиологическую коррозию.
5. Меры борьбы с микробиологической коррозией.
6. Влияние бактериальных метаболитов на коррозию стали в присутствии СРБ. Наводороживание ст

### **Задания для самостоятельной работы.**

- Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную с
- а) микробиологической коррозии стали;
  - б) защита от микробиологической коррозии.
  - а) влиянию некоторых азотсодержащих продуктов на наводороживание стали в присутствии СРБ.
  - б) методам защиты стали в условиях коррозии в присутствии СРБ.

## **Тема 3. Коррозия железа и его сплавов (ПК-2)**

### **Лекция.**

Катодный и анодный процессы растворения железа в различных средах, лимитирующая стадия. Влия растворения железа и его сплавов. Поведение железа в растворах различных кислот (окисляющих и в Коррозия железа в растворах солей различной концентрации и природы. Влияние состава стали и стойкость сталей, влияние термической обработки и структуры. Коррозия легированных и нелегироо явление графитизации. Основные виды нержавеющей сталей и Коррозионная стойкость нержа ферритный, аустенитный. Сенсибилизированные стали. Питтинговая коррозия нержавеющей сталей ней.

### **Практическое занятие.**

1. Коррозия железа и нелегированных сталей в кислых, щелочных и нейтральных средах.
2. Коррозия железа и нелегированных сталей в растворах солей.
3. Влияние термической обработки нелегированных сталей на их коррозионную стойкость.
4. Коррозия легированных и нелегированных чугунов в различных средах.
5. Основные классы нержавеющей сталей.
6. Влияние состава стали на коррозионную стойкость.

## 7. Питтинговая коррозия нержавеющей стали.

### Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную литературу по железу и его сплавам в различных средах, например:

- а) изучение новых ингибиторов коррозии железа и стали в сернокислых растворах.
- б) ингибирование коррозии стали в маслах синтетическими жирными кислотами.
- в) коррозионное поведение углеродистой стали Ст3 в водных уксуснокислых средах.
- г) влияние маслорастворимой присадки ТВК-1 на коррозию стали Ст3.
- д) исследование влияния тиомочевины на диффузию водорода через стальную мембрану в водно-этиловом растворе.
- е) влияние катодной деполяризации на диффузию водорода в сталь в системе этиленгликоль-вода-хлорид натрия.
- ж) влияние катодной деполяризации на наводороживание стали в водно-этиленгликолевых растворах.
- з) исследование водородопроницаемости стали в кислых этиленгликолевых растворах.
- и) исследование кинетики разряда ионов водорода на железе армко в водно-этиленгликолевых растворах.
- к) исследование наводороживания стали и кинетики разряда ионов водорода на железе в кислых водных растворах.
- л) влияние ряда стимуляторов на наводороживание стали в водно-этиленгликолевых растворах НС1.

## Тема 4. Коррозионное растрескивание под напряжением (ПК-2)

### Лекция.

Коррозионное растрескивание под напряжением железа и сталей (КРН): причины коррозионного растрескивания под напряжением. Основные меры борьбы с КРН: глубокая холодная обработка, горячая прокатка, поверхностный наклеп и дробеструйная обработка, специальные сплавы, использование ингибиторов. Механизм и основные теории коррозионного растрескивания: электрохимическая и адсорбционная.

Водородное растрескивание: сходство и различия с КРН. Причины водородного растрескивания и меры борьбы с ним.

### Практическое занятие.

1. Коррозионное растрескивание под напряжением железа и сталей: влияние состава раствора, стали.
2. Меры, позволяющие избежать коррозионного растрескивания под напряжением.
3. Характерные признаки коррозионного растрескивания под напряжением. Специфические среды, вызывающие КРН.
4. Электрохимическая теория коррозионного растрескивания под напряжением.
5. Адсорбционная теория коррозионного растрескивания под напряжением.
6. Водородное растрескивание.

### Задания для самостоятельной работы.

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную литературу по коррозионному растрескиванию под напряжением.

## Тема 5. Коррозия цинка (ПК-1)

### Лекция.

Поляризационные кривые и кривые заряжения. Коррозионные потенциалы. Виды коррозии. Переносная ячейка. Коррозия цинка и его сплавов в различных средах. Коррозия цинковых покрытий. Биологическая коррозия.

### Практическое занятие.

1. Что называется коррозией металла?
2. Какие два основных вида коррозии существуют?
3. Что такое химическая коррозия?
4. Что называется электрохимической коррозией?
5. Каковы количественные показатели коррозии?
6. Каковы основные типы зависимости скорости коррозии металлов от pH среды?
7. Дайте определение электрохимической коррозии, исходя из механизма ее протекания.
8. Что такое контролирующий фактор коррозии?
9. Что значит: изучить процесс коррозии?
10. Когда возможна водородная и кислородная деполяризация?



11. Каковы коррозионные потенциалы цинка и от чего они зависят?
12. Каково строение цинковых покрытий?
13. Укажите биологическое и токсическое действие цинка

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную с исследованию коррозии цинка или его сплавов.

### **Тема 6. Коррозия никеля (ПК-2)**

#### **Лекция.**

Коррозия никеля. Никель и его сплавы. Механизм коррозии. Коррозионные потенциалы. Пассивные среды. Перенапряжение водорода: лимитирующая стадия.

#### **Практическое занятие.**

1. Каков механизм химической коррозии?
2. Каков механизм электрохимической коррозии?
3. Что такое водородная деполяризация?
4. Что такое пассивность металлов?
5. Какие существуют теории пассивности металлов?
6. В чём особенность коррозионного поведения никеля?

Какие сплавы никеля вам известны? Укажите области их применения

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную с исследованию коррозии никеля и никелевых сплавов.

### **Тема 7. Коррозия алюминия и магния (ПК-1)**

#### **Лекция.**

Коррозия алюминия и магния. Алюминий. Влияние состояния поверхности на коррозию. Виды коррозии. Методы защиты от коррозии. Магний. Влияние состояния поверхности на коррозию. Влияние состава сплава на коррозию. Коррозия в различных средах. Методы защиты от коррозии. Получение магния и его сплавов.

#### **Практическое занятие.**

1. Как влияет состояние поверхности алюминия на его коррозионную стойкость?
2. Укажите виды коррозионных разрушений, характерных для алюминия и его сплавов.
3. Какие способы получения оксидной пленки на поверхности алюминия?
4. Описать химизм процесса анодирования.
5. При каких условиях можно получить толстые анодные пленки?
6. Как можно увеличить защитные свойства анодных оксидных пленок?
7. Каково влияние состава и термической обработки на коррозию магния.
8. Укажите области применения магния и его сплавов.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Используя любые информационные ресурсы найти, законспектировать и проанализировать научную с исследованию коррозии магния и алюминия или сплавов на их основе.

### **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

#### **4.1. Распределение баллов:**

#### **8 семестр**

- текущий контроль – 55 баллов
- контрольные срезы – 2 среза: 5 баллов, 10 баллов
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

## Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Углекислотная и сероводородная коррозия	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов. (0,5 балла за каждый правильный ответ из 10 предложенных вопросов).
		Практическое задание для практической подготовки	5	5 баллов - студент самостоятельно может выбрать методики оценки эффективности предложенных ему ингибиторов, провести анализ полученных результатов и сформулировать выводы, 2 - 4 балла - студент может проводить анализ предложенных ингибиторов по методикам, предложенным преподавателем. 0 - 1 балл - не может самостоятельно выполнить необходимый эксперимент
2.	Микробиологическая коррозия	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов. (0,5 балла за каждый правильный ответ из 10 предложенных вопросов).
		<b>коллоквиум(контрольный срез)</b>	5	Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 5 баллов: 5 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу. 3-4 балла выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений 1-2 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания 0 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом

		Практическое задание для практической подготовки	5	5 баллов - студент самостоятельно может выбрать методики оценки эффективности предложенных ему ингибиторов, провести анализ полученных результатов и сформулировать выводы, 2 - 4 балла - студент может проводить анализ предложенных ингибиторов по методикам, предложенным преподавателем. 0 - 1 балл - не может самостоятельно выполнить необходимый эксперимент
3.	Коррозия железа и его сплавов	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов. (0,5 балла за каждый правильный ответ из 10 предложенных вопросов).
4.	Коррозионное растрескивание под напряжением	Тестирование	5	Тест состоит из 10 вопросов. (0,5 балла за каждый правильный ответ из 10 предложенных вопросов).
		<b>коллоквиум(контрольный срез)</b>	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом</p>

5.	Коррозия цинка	Выступ ление с докладо м	5	<p>Устное выступление студента по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного освещения программного материала с привлечением наиболее современных исследований в области коррозионной науки. В докладе должна быть отражена личностная значимость проделанной поисковой работы и намечены перспективы продолжения исследования. Возможны презентации, раздаточный материал, слайды и т.д.</p> <p>5 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Грамотные ответы на дополнительные вопросы</p> <p>4 балла - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной коррозионной науки, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы</p> <p>3 балла - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается не полностью, продемонстрированы средние ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов, ответы на вопросы требуют уточнения.</p> <p>2 балла – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения</p> <p>1 балл - представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы</p>
----	-------------------	-----------------------------------	---	--

6.	Коррозия никеля	Выступление с докладом	5	<p>Устное выступление студента по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного освещения программного материала с привлечением наиболее современных исследований в области коррозионной науки. В докладе должна быть отражена личностная значимость проделанной поисковой работы и намечены перспективы продолжения исследования. Возможны презентации, раздаточный материал, слайды и т.д.</p> <p>5 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Грамотные ответы на дополнительные вопросы</p> <p>4 балла - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной коррозионной науки, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы</p> <p>3 балла - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается не полностью, продемонстрированы средние ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов, ответы на вопросы требуют уточнения.</p> <p>2 балла – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения</p> <p>1 балл - представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы</p>
----	-----------------	------------------------	---	--

7.	Коррозия алюминия и магния	Выступление с докладом	5	<p>Устное выступление студента по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного освещения программного материала с привлечением наиболее современных исследований в области коррозионной науки. В докладе должна быть отражена личностная значимость проделанной поисковой работы и намечены перспективы продолжения исследования. Возможны презентации, раздаточный материал, слайды и т.д.</p> <p>5 баллов – студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических и эмпирических исследований последних 3-5 лет, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов. Грамотные ответы на дополнительные вопросы</p> <p>4 балла - студент грамотно выстраивает логику своего доклада, раскрывает тему исследования, опираясь на результаты теоретических или эмпирических исследований современной коррозионной науки, продемонстрированы хорошие ораторские способности, выступление сопровождается презентацией, даны грамотные ответы на отдельные дополнительные вопросы</p> <p>3 балла - логика выступления в отдельных местах нарушается, тема исследования раскрывается не полностью, продемонстрированы средние ораторские способности, выступление сопровождается презентацией полученных результатов, ответы на вопросы требуют уточнения.</p> <p>2 балла – ответ представляет собой простое зачитывание текста, отдельные ответы на дополнительные вопросы требуют уточнения</p> <p>1 балл - представленные результаты в массе своей не новы, ответ представляет собой простое зачитывание текста, студент не может дать ответы на дополнительные вопросы</p>
----	----------------------------	------------------------	---	--

		коллоквиум	10	<p>Коллоквиум сдается в устной форме по предварительно обозначенным теоретическим вопросам и максимально оценивается в 10 баллов:</p> <p>9-10 баллов выставляется, если студент обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, освоивший основную, и знакомый с дополнительной литературой. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано, уместно используется информационный и иллюстративный материал (примеры из практики, таблицы, графики и т.д.). На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно, по существу.</p> <p>8-7 баллов выставляется, если студент обнаружил достаточно глубокие знания программного материала, умение использовать ранее полученные знания с вновь приобретенными, применять их на практике. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком, привлекается информативный и иллюстрированный материал, но при ответе допускает некоторые погрешности. Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений</p> <p>5-6 баллов: студент показывает не достаточный уровень знаний учебного и лекционного материала, не в полном объеме владеет практическими навыками, чувствует себя неуверенно при ответе на вопросы. В ответе не всегда присутствует логика, аргументы привлекаются недостаточно веские. На поставленные вопросы затрудняется с ответами, показывает недостаточно глубокие знания</p> <p>0-4 баллов: студент показывает слабый уровень профессиональных знаний, затрудняется при анализе практических ситуаций. Не может привести примеры из реальной практики. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется с ответом.</p>
8.	Премияльные баллы		20	<p>Дополнительные премияльные баллы могут быть начислены:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- за проект, выполненный по заказу работодателя – 20 баллов;</li> <li>- постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов;</li> <li>- полностью подготовленная к публикации статья по тематике в рамках дисциплины – 10 баллов;</li> <li>- публикация статьи по тематике изучаемой дисциплины в сборнике студенческих работ / материалах всероссийской конференции / журнале из перечня ВАК – 10 / 15 / 20</li> </ul>
9.	Ответ на экзамене		30	<p>10-17 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно»</p> <p>18-24 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо»,</p> <p>25-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».</p>

10.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы на экзамене	50	Предоставить конспект и анализ современной научной статьи из специализированных изданий, посвященной проблематике дисциплины (30 баллов). Прохождение тестирования (40 вопросов) по всему курсу дисциплины (20 баллов)
11.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

## 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

### Выступление с докладом

#### Тема 5. Коррозия цинка

Тематика докладов:

1. Изучение новых цинкнаполненных масляных антикоррозионных покрытий железа и стали от атмосферной коррозии.
2. Влияние катодной поляризации на наводороживание цинка в водных и неводных электролитах.

#### Тема 6. Коррозия никеля

Тематика докладов:

1. Коррозионное поведение никелевых сплавов в растворах низкомолекулярных органических кислот.
2. Применение никеля в качестве легирующей добавки к коррозионностойким сплавам.

#### Тема 7. Коррозия алюминия и магния

Тематика докладов:

1. Влияния pH среды, состава коррозионной среды, чистоты металла и термической обработки на коррозионную стойкость.
2. Виды коррозионных разрушений, характерных для алюминия и его сплавов. Анодирование.

### КОЛЛОКВИУМ

#### Тема 2. Микробиологическая коррозия

1. Агрессивные свойства сред в нефтяной и газодобывающей промышленности.
2. Углекислотная коррозия: механизм катодного процесса. Подходы де Варда-Миллиамса, «методика».
3. Углекислотная коррозия: механизмы анодного процесса. Ингибирование.
4. Форма нахождения сероводорода в растворе. Продукты сероводородной коррозии сталей в присутствии сероводорода.
5. Сероводородная коррозия: ускорение катодной реакции в присутствии сероводорода.
6. Роль сульфидов железа в сероводородной коррозии железа и сталей.
7. Сульфидная хрупкость стали и ее ингибирование.
8. Ингибирование сероводородной коррозии.
9. Микробиологическая коррозия: аэробные и анаэробные бактерии.
10. Коррозия под действием сульфат восстанавливающих бактерий.



11. Коррозия при участии нитратвосстанавливающих и образующих метан бактерий.
12. Аэробные микроорганизмы вызывающие микробиологическую коррозию.
13. Меры борьбы с микробиологической коррозией.
14. Влияние бактериальных метаболитов на коррозию стали в присутствии СРБ. Наводорожи
15. Влияние физико-химических условий среды на активность СРБ.

#### Тема 4. Коррозионное растрескивание под напряжением

1. Коррозия железа и нелегированных сталей в кислых, щелочных и нейтральных средах.
2. Коррозия железа и нелегированных сталей в растворах солей.
3. Влияние термической обработки нелегированных сталей на их коррозионную стойкость.
4. Коррозия легированных и нелегированных чугунов в различных средах. Коррозионное растрескивание сталей: влияние состава раствора, стали и ее термообработки.
5. Меры, позволяющие избегать коррозионного растрескивания под напряжением.
6. Характерные признаки коррозионного растрескивания под напряжением. Специфические среды.
7. Электрохимическая теория коррозионного растрескивания под напряжением.
8. Адсорбционная теория коррозионного растрескивания под напряжением.
9. Водородное растрескивание.
10. Основные классы нержавеющих сталей.
11. Влияние состава стали на коррозионную стойкость.
12. Питтинговая коррозия нержавеющих сталей.

#### Тема 7. Коррозия алюминия и магния

1. Коррозия никеля и его сплавов. Механизм коррозии.
2. Потенциалы никеля. Пассивирование никеля и никелевых сплавов.
3. Влияние легирующих компонентов на коррозионную стойкость никелевых сплавов.
4. Коррозионная стойкость никеля в кислых средах.
5. Коррозионная стойкость никеля и его сплавов в щелочных растворах.
6. Коррозия цинка с выделением и без выделения водорода. Кинетика коррозии.
7. Коррозионные потенциалы цинка, облагораживание и изменение знака потенциала и виды коррозии.
8. Коррозия цинковых покрытий. Биологические и токсические действия цинка.
9. Коррозия цинка и различных сплавов в различных средах.
10. Влияние состояния поверхности алюминия на его коррозию. Плакировка алюминиевых сплавов.
11. Коррозия алюминия в воде и паре. Влияние pH на коррозию алюминия.
12. Коррозия алюминия в различных средах. Контакт с другими металлами.
13. Коррозия алюминиевых сплавов. Расслаивание. Коррозионное растрескивание под напряжением.
14. Применение магния и его сплавов. Особенности коррозии магния. Методы защиты алюминия от

### Практическое задание для практической подготовки

#### Тема 1. Углекислотная и сероводородная коррозия

Произвести оценку ингибиторов сероводородной и углекислотной коррозии гравиметрическими и электрохимическими методами.

#### Тема 2. Микробиологическая коррозия

Произвести оценку бактерицидного действия ингибиторов сероводородной и углекислотной коррозии электрохимическими методами.

### Тестирование

#### Тема 1. Углекислотная и сероводородная коррозия

1. *Агрессивные свойства сред в нефтяной промышленности обусловлены, прежде всего:*

- a) высоким давлением в трубопроводах;
- b) водно-углеводородной эмульсией;
- c) присутствием углеводородной фазы;
- d) наличием в них сероводорода и углекислого газа.

2. *Закачивание высокоминерализованной воды в старые скважины не вызывает следующих коррозионных проблем:*

- a) благоприятные условия для протекания микробиологических процессов с участием СРБ;
- b) высокое содержание хлорид-ионов;
- c) внесение органических соединений хлора;
- d) образование стойких водно-углеводородных эмульсией.

3. *Эмульсии нефти с водой вызывают:*

- a) наводороживание металла;
- b) развитие местной коррозии из-за неравномерного подвода коррозионно-активного электролита;
- c) равномерное растворение материала оборудования;
- d) язвенные разрушения из-за образования осадков.

4. *В баках нефтехранилищ наименее выражены коррозионные повреждения*

- a) в нижней части бака;
- b) в области воздушной подушки;
- c) на границе двух несмешивающихся фаз электролит- углеводород;
- d) в области контакта топлива со стенками бака.

5. *Углекислотная коррозия характеризуется*

- a) коррозионным растрескиванием;
- b) язвенной коррозией;
- c) равномерной коррозией;
- d) низкими коррозионными потерями.

6. *Влияние углекислого газа на катодный процесс электрохимической коррозии обусловлено*

- a) повышением pH в приэлектродном слое;
- b) непосредственным восстановлением  $\text{H}_2\text{CO}_3$  на катоде в качестве деполяризатора;
- c) снижением перенапряжения водорода в присутствии  $\text{CO}_2$ ;
- d) образованием карбонатно-оксидных плёнок на поверхности стали.

7. *Механизм Ю.И. Кузнецова и Л.С. Моисеевой образования карбонатно-оксидных плёнок на железе П1 характеризуется*

- a) реакциями, приводящими к подщелачиванию среды или протекающими в слабощелочной среде;
- b) реакциями, приводящими к подкислению среды или протекающими в слабокислой среде;
- c) образованием плотных защитных слоёв;
- d) независимостью от pH среды.

8. *Для механизма образования карбонатно-оксидных плёнок на железе П2 (Ю.И. Кузнецов и Л.С. Моисеев) характерно протекание*

- a) реакций, приводящих к подщелачиванию среды или протекающих в слабощелочной среде;
- b) реакций, приводящих к подкислению среды или протекающих в слабокислой среде;
- c) образованию осадка со слабыми защитными свойствами, места отслаивания которого становятся местами усиленной коррозии;
- d) независимостью от pH среды.

9. *Низкомолекулярные карбоновые кислоты в пластовых водах*

- a) не влияют на скорость углекислотной коррозии;
- b) оказывают ингибирующее действие на углекислотную коррозию;

- c) существенно усиливают углекислотную коррозию;
- d) способствуют углекислотному охрупчиванию.

*10. Наилучший эффект при ингибировании углекислотной коррозии в нефтяной промышленности наблюдается при использовании*

- a) водорастворимых ингибиторов;
- b) углеводородорастворимых ингибиторов;
- c) смеси водорастворимых и углеводородорастворимых ингибиторов;
- d) ингибирование не является эффективным методом защиты от углекислотной коррозии.

### Вариант 2.

*1. В слабокислых высокоминерализованных пластовых водах сероводород находится преимущественно*

- a) в молекулярной форме;
- b) в форме гидросульфид-аниона;
- c) в форме сульфид-аниона;
- d) в форме полисульфидов.

*2. Механизм Иофа рассматривает влияние сероводорода на анодную реакцию растворения железа посредством*

- a) снижения энергии связи  $Me-H$ ;
- b) участия промежуточного комплекса  $Fe(H_2S)адс$ , разлагающегося с регенерацией сероводорода;
- c) участия катализатора  $Fe(HS-)$ адс, облегчающего переход катионов железа в раствор;
- d) образования полисульфидов на поверхности металла.

*3. Какие из перечисленных утверждений не являются объяснением стимулирующего действия сероводорода на катодную реакцию?*

- a) разряд ионов водорода происходит из протонизированных молекул сероводорода;
- b) энергия диссоциации связи  $HS-H$  меньше, чем энергия диссоциации связи  $HO-H$ , по молекулы  $H_2S$  происходит легче, чем и молекулы воды;
- c) на поверхности железа происходит взаимодействие хемосорбированных ионов  $HS-$  с и молекулярного поверхностного комплекса  $Fe(H-S-H)адс$ , протоны которого восстанавливаются легче,
- d) катализатора  $Fe(H-S-H)адс$ , облегчающего переход катионов железа в раствор.

*4. Ингибирующие свойства мочевины и ее производных в присутствии сероводорода в кислых средах объясняется*

- a) непосредственным образованием на поверхности металла фазового барьера в результате ;
- b) образованием формальдегида, вступающего во взаимодействие с сероводородом и пол железа.
- c) образованием анионных мостиков  $HS-$ , облегчающих адсорбцию ингибитора;
- d) смещают  $\psi_1$ -потенциал в область положительных значений и замедляют катодную реакции

*5. Синергетический эффект сероводорода и аминов в кислых средах при коррозии железа прежде всего связывают*

- a) с конкурентной адсорбцией сероводорода и аминов;
- b) с образованием прочных полимерных продуктов взаимодействия аминов и сероводорода,
- c) с образованием анионных мостиков  $HS-$ , облегчающих адсорбцию аминов, в результате прочное поверхностное соединение, затрудняющее катодную и анодную реакцию одновременно;
- d) со смещением  $\psi_1$ -потенциал в область положительных значений и замедлением катодной

*6. Промотирующее действие сероводорода в процессе наводороживания согласно работам Смяловски объясняется следующим образом...*

- a) гидросульфид-анионы выступают в качестве каталитического яда и тормозят процесс рек
- b) сероводород стимулирует процесс разряда и рекомбинации;
- c) гидросульфид-анионы способствуют транспортировке адатомов водорода;

d) при адсорбции  $\text{H}_2\text{S}$  ослабляется связь между поверхностными атомами металла, что способствует диффузии водорода в металл.

7. Сульфидным охрупчиванием называется

- a) наводороживание стали, приводящее в конечном счете, к охрупчиванию и растрескиванию
- b) проникновение молекулярного сероводорода в металл и образование в нём областей разрывов;
- c) селективное растворение границ зёрен железа и сталей в присутствии сероводорода, при
- d) растрескивание и отслаивание поверхностных сульфидов и полисульфидов, являющихся причиной коррозии.

8. В качестве ингибиторов сульфидной хрупкости выступают

- a) альдегиды;
- b) тиомочевина и ее производные;
- c) амины и их производные;
- d) неорганические ингибиторы окислительного типа.

9. Для механизма образования карбонатно-оксидных пленок на железе П2 (Ю.И. Кузнецов и Л.С. Моисеев) характерно протекание

- e) реакций, приводящих к подщелачиванию среды или протекающих в слабощелочной защитных слоёв;
- f) реакций, приводящих к подкислению среды или протекающих в слабокислой среде;
- g) образованию осадка со слабыми защитными свойствами, места отслаивания которого становятся
- h) независимостью от pH среды.

10. Закачивание высокоминерализованной воды в старые скважины не вызывает следующих коррозионных проблем:

- e) благоприятные условия для протекания микробиологических процессов с участием СРБ;
  - f) высокое содержание хлорид-ионов;
  - g) внесение органических соединений хлора;
- образование стойких водно-углеводородных эмульсий

## Тема 2. Микробиологическая коррозия

1. Биохимическая коррозия...

- a) является синонимом термина микробиологическая коррозия;
- b) такого термина не существует;
- c) представляет собой разрушения, вызываемые продуктами обмена веществ животных и растений
- d) представляет собой разрушения, вызываемые продуктами обмена веществ и продуктами жизнедеятельности микроорганизмов

2. Какие из перечисленных видов причин разрушений металла не могут быть связаны с жизнедеятельностью организмов...

- a) возникновение концентрационных элементов на поверхности металла, вызывающих разность потенциалов
- b) ничего из перечисленного;
- c) возникновение агрессивных химических соединений в растворе или на поверхности металла
- d) изменение редокс-потенциала в связи с изменением концентрации кислорода.

3. Какие из перечисленных видов причин разрушений металла не могут быть связаны с жизнедеятельностью организмов...

- a) возникновение концентрационных элементов на поверхности металла, вызывающих разность потенциалов и локальные токи;
- b) ничего из перечисленного;
- c) возникновение агрессивных химических соединений в растворе или на поверхности металла
- d) изменение редокс-потенциала в связи с изменением концентрации кислорода.

4. Бактерии, жизнедеятельность которых протекает только при наличии кислорода называются...

- a) анаэробными;

- b) автотрофными;
- c) аэробными;
- d) гетеротрофными.

5. Бактерии, жизнедеятельность которых протекает в без участия кислорода

- a) анаэробными;
- b) автотрофными;
- c) аэробными;
- d) гетеротрофными.

6. Бактерии, использующие только органические вещества в качестве источника энергии, называют...

- a) анаэробными;
- b) автотрофными;
- c) аэробными;
- d) гетеротрофными.

7. Бактерии, способные использовать неорганические вещества в качестве источника энергии называют...

- a) анаэробными;
- b) автотрофными;
- c) аэробными;
- d) гетеротрофными.

8. Металл и его сплавы, не подвергающиеся микробиологической коррозии

- a) железо;
- b) свинец;
- c) медь;
- d) цинк.

9. Сульфатредуцирующие бактерии относятся к типу

- a) анаэробных;
- b) окисляющих;
- c) автотрофных;
- d) термофобных.

10. Механизм влияния СРБ по Фон Вольцогену Куру на коррозию железа состоит

- a) в ослаблении связи между поверхностными атомами металла, что способствует облегчению
- b) в катализе процесса потребления атомарного водорода на взаимодействие с сульфидом стимулируется катодная реакция;
- c) в стимулировании наводороживания;
- d) в повышении агрессивности среды продуктами метаболизма.

### Вариант 2.

1. Аммонифицирующие бактерии относятся к группе

- a) аэробных;
- b) восстанавливающих;
- c) метанобактерий;
- d) серобактерий.

2. Нитратвосстанавливающие бактерии могут приводить к косвенной коррозии за счет

- a) повышения pH среды в приэлектродном слое;
- b) стимулирования наводороживания;
- c) денитрификации битумов и других соединений углерода с образованием аммиака и CO<sub>2</sub>;
- d) влияния на окислительно-восстановительный потенциал.

3. Метанобактерии потребляют энергию за счет

- a) реакции потребления атомарного водорода на взаимодействие с  $\text{CO}_2$ ;
- b) поглощения кислорода;
- c) использования реакций, характерных для биохимических процессов СРБ;
- d) потребления метана и других низкомолекулярных углеводов.

4. Конечным продуктом метаболизма сероокисляющих бактерий является

- a) сероводород;
- b) серная кислота;
- c) элементарная сера;
- d) полисульфиды.

5. Благоприятной средой для развития бактерий, окисляющих серу, является

- a) слабощелочная обескислороженная среда;
- b) слабокислая и кислая среда без доступа кислорода;
- c) кислая среда при pH от 0 до 6 со свободным доступом кислорода;
- d) нейтральная и слабощелочная среда.

6. Железобактерии в процессе метаболизма

- a) поглощают железо и марганец в ионном состоянии, а выделяют в виде нерастворимых анаэробных условиях;
- b) способствуют переходу железа и марганца в раствор в присутствии кислорода;
- c) способствуют переходу железа в раствор в анаэробных условиях;
- d) поглощают в аэробных условиях железо и марганец в ионном состоянии, а выделяют в ви.

7. Для предотвращения микробиологической коррозии не применяется:

- a) уничтожение или устранение уже имеющихся микроорганизмов;
- b) устранение роста микроорганизмов;
- c) предупреждение контакта микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности с защищае
- d) применение анодной защиты.

8. Подавление активности сульфатредуцирующих бактерий осуществляется посредством:

- a) повышения pH среды путем известкования;
- b) электрохимической защиты;
- c) хорошей аэрации;
- d) повышения концентрации сульфат-иона.

9. Какие из перечисленных видов причин разрушений металла не могут быть связаны с жизнедеятельностью организмов...

- e) возникновение концентрационных элементов на поверхности металла, вызывающих разн
- f) ничего из перечисленного;
- g) возникновение агрессивных химических соединений в растворе или на поверхности мета
- h) изменение редокс-потенциала в связи с изменением концентрации кислорода.

10. Какие из перечисленных видов причин разрушений металла не могут быть связаны с жизнедеятельностью организмов...

- e) возникновение концентрационных элементов на поверхности металла, вызывающих разность потенциала и локальные токи;
- f) ничего из перечисленного;
- g) возникновение агрессивных химических соединений в растворе или на поверхности мета
- h) изменение редокс-потенциала в связи с изменением концентрации кислорода.

### Тема 3. Коррозия железа и его сплавов

#### Вариант 1.

1. Скорость электрохимической коррозии железа в большинстве сред лимитируется

- a) скоростью катодной реакции;
- b) скоростью ионизации железа;

- c) омической стадией;
- d) скоростью растворения продуктов коррозии.

2. Реакция деполяризации на железе в кислой среде в присутствии растворенного кислорода протекает по схеме:

- a)  $\text{Fe} + \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$ ;
- b)  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e} \rightarrow \text{OH}^-$ ;
- c)  $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{e} \rightarrow \frac{1}{2}\text{H}_2$ ;
- d)  $2\text{H}_3\text{O}^+ + 2\text{e} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightarrow 3\text{H}_2\text{O}$ .

3. Зависимость скорости коррозии железа от температуры в открытом сосуде проходит через максимум. Причиной этого является:

- a) эффект дифференциальной аэрации;
- b) конкуренция двух процессов: повышение скорости растворения железа с ростом электрохимической кинетики и снижение растворимости кислорода;
- c) влияние температуры на подвижность ионов гидроксония;
- d) снижение доступной для коррозии поверхности металла при высоких температурах вслед

4. Доля кислородной деполяризации на железе в кислых средах возрастает при соблюдении следующих условий:

- a) повышение концентрации кислоты;
- b) снижение концентрации кислоты;
- c) увеличение окислительной способности кислоты;
- d) повышение силы кислоты.

5. Снижение скорости коррозии железа в растворе NaCl при концентрации более 3% обусловлено:

- a) образованием фазового барьера продуктов коррозии;
- b) снижением растворимости кислорода и скорости катодной реакции;
- c) снижением подвижности ионов гидроксония;
- d) снижением доступной для коррозии поверхности металла вследствие бурного газовыделе

6. Высокая агрессивность солей аммония по отношению к железу обусловлена:

- a) прототирующим влиянием на процесс диффузии водорода в металл;
- b) дополнительной деполяризующей способностью катионов аммония;
- c) способностью иона аммония образовывать комплексы с катионами железа (II);
- d) депассивирующими свойствами.

7. Коррозия железа в растворах солей определяется

- a) величиной окислительно-восстановительного потенциала;
- b) скоростью химического растворения железа;
- c) составом соли и соответствующей величиной pH, устанавливающейся в результате ее гид
- d) скоростью взаимодействия компонентов среды между собой.

8. При коррозии железа в чистой воде приэлектродный слой имеет:

- a) кислую реакцию среды;
- b) щелочную реакцию среды;
- c) нейтральную реакцию среды;
- d) реакцию среды, зависящую от температуры и концентрации растворенного кислорода.

9. Потенциал железа находится в активной области

- a) при  $\text{pH} > 10$ ;
- b) при  $\text{pH} < 10$ ;
- c) при  $\text{pH} = 4 \dots 10$ ;
- d) при  $\text{pH} < 4$ .

10. Бурное выделение водорода на железе начинается

- a) при  $\text{pH} > 10$ ;

- b) при  $\text{pH} = 7$ ;
- c) при  $\text{pH} = 4 \dots 10$ ;
- d) при  $\text{pH} < 4$ .

### Вариант 2

1. В сильноконцентрированных щелочах (более 40%)...

- a) железо растворяется с образованием феррита или гипферрита;
- b) железо пассивируется с образованием  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ;
- c) железо не корродирует из-за малой растворимости кислорода;
- d) подвергается наводороживанию.

2. Влияние металлургических примесей в стали играет важную роль

- a) при  $\text{pH} < 4$  и  $\text{pH} > 13,5$
- b) в интервале  $\text{pH} 4 \dots 13,5$ ;
- c) независимо от условий эксплуатации;
- d) в морской воде.

3. Высокое содержание азота в бессемеровской стали

- a) сообщает нестойкость к равномерной коррозии в морской воде;
- b) способствует водородному охрупчиванию;
- c) сообщает стойкость к коррозионному растрескиванию под напряжением;
- d) приводит к коррозионному растрескиванию под напряжением при нагревании в щелочных

4. Добавки фосфора и серы в сталях стимулируют растворение в кислотах, поскольку

- a) происходит существенное стимулирование катодного процесса с одновременным торможением
- b) способствует водородному растрескиванию;
- c) образуют соединения с низким водородным перенапряжением и одновременно снижают потенциал
- d) происходит существенное стимулирование анодной ионизации с одновременным торможением

5. Согласно Улигу в нейтральных хлоридных растворах включения серы в прокатанную сталь

- a) действуют как инициаторы питтингообразования;
- b) способствует водородному растрескиванию;
- c) повышают коррозионную стойкость стали;
- d) увеличивают коррозионные потери при прочих равных условиях.

6. Скорость проникновения водорода в катодно-поляризуемую листовую сталь и вызываемое этим водородное охрупчивание

- a) ингибируется снижением температуры;
- b) тормозится повышением содержания углерода в стали;
- c) стимулируется содержанием в стали игольчатых включений  $(\text{FeMn})\text{S}$ , растворяющих наводороживания  $\text{H}_2\text{S}$ ;
- d) не зависит от состава стали.

7. Цементитом называется соединение состава

- a)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ;
- b)  $\text{Fe}_3\text{C}$ ;
- c)  $\text{FeCO}_3$ ;
- d)  $\text{CaCO}_3$ .

8. Серые чугуны состоят

- a) феррита и сфероидального графита;
- b) феррита и чешуйчатого графита;
- c) феррита и цементита;
- d) аустенита и цементита.

9. Графитизации подвергаются

- a) серые и ковкие чугуны;



- b) только ковкие чугуны;
- c) только серые чугуны;
- d) белые чугуны.

10. Кремневые чугуны (до 14% кремния) находят применение

- a) в плавиковой и фосфорной кислоте;
- b) при высоких температурах (до 7000С);
- c) в щелочных средах;

в кислых средах, шахтных водах и растворах хлоридов при любых температурах.

#### Тема 4. Коррозионное растрескивание под напряжением

##### Вариант 1.

1. Коррозионное растрескивание под напряжением при соблюдении следующих условий:

- a) периодическое воздействие внутренних остаточных напряжений и высоких температур;
- b) совместное действие растягивающих напряжений и специфической среды;
- c) воздействие горячих нитратных растворов и блуждающих токов;
- d) воздействие низких температур и растягивающих напряжений, близких к пределу упругости.

2. Коррозионному растрескиванию под напряжением в горячих нитратных растворах в большей степени подвержены:

- a) чистое железо;
- b) высокоуглеродистая сталь;
- c) малоуглеродистая сталь;
- d) склонность к КРН не зависит от состава стали.

3. Для предотвращения коррозионного растрескивания под напряжением не применяются следующие меры:

- a) металлические и неметаллические покрытия;
- b) термическая обработка;
- c) поверхностный наклёп или дробеструйная обработка;
- d) использование ингибиторов.

4. Какой из перечисленных методов защиты от коррозии не применяется для предотвращения коррозионного растрескивания под напряжением:

- a) катодная защита;
- b) использование специальных сплавов;
- c) поверхностный наклёп или дробеструйная обработка;
- d) понижение концентрации окислителя-деполяризатора в коррозионной среде.

5. Коррозионное растрескивание под напряжением чаще всего является:

- a) подповерхностным;
- b) транскристаллитным;
- c) межкристаллитным;
- d) избирательным.

6. Коррозионному растрескиванию под напряжением преимущественно подвергаются:

- a) крупнозернистые металлы и сплавы;
- b) чистые металлы;
- c) мелкозернистые металлы и сплавы;
- d) склонность к КРН не зависит от структуры металла и металлургических факторов.

7. Электрохимическая теория коррозионного растрескивания под напряжением основывается на предположении:

- a) об ослаблении когезионных связей между поверхностными атомами металла вследствие :
- способствует образованию трещин;

- b) о том, что между металлом и анодными включениями, выпадающими по границам зёре возникают гальванические элементы;
- c) о селективном растворении компонентов сплава.
- d) о наличии критического адсорбционного потенциала компонентов среды.

8. Адсорбционная теория коррозионного растрескивания под напряжением основывается на предположении:

- a) об ослаблении когезионных связей между поверхностными атомами металла вследствие : способствует образованию трещин;
- b) о том, что между металлом и анодными включениями, выпадающими по границам зёре возникают гальванические элементы;
- c) о селективном растворении компонентов сплава.
- d) о механической природе образования трещин и дальнейшем электрохимическом растворе

9. Электрохимическая теория коррозионного растрескивания под напряжением не может объяснить:

- a) влияние растягивающих напряжений на возникновение КРН;
- b) влияние структуры сплава;
- c) специфичность воздействия коррозионных сред.
- d) преимущественное межкристаллитное растрескивание при КРН.

10. Адсорбционная теория коррозионного растрескивания под напряжением в отличие от электрохимической теории Дикса позволила объяснить:

- a) влияние растягивающих напряжений на возникновение КРН;
- b) механизм действия ингибиторов для предотвращения КРН;
- c) преимущественное межкристаллитное растрескивание при КРН;
- d) влияние структуры сплава.

## Вариант 2.

1. Коррозионную стойкость чугунов по отношению к высоким концентрациям хлоридов повышает

- a) легирование никелем (15-30%);
- b) легирование кремнием (до 14%);
- c) легирование молибденом (до 3%);
- d) легирование алюминием.

2. Растворение чугунов в сильнощелочных средах снижается при

- a) легировании никелем (15-30%);
- b) легировании кремнием (до 14%);
- c) легировании молибденом (до 3%);
- d) легировании алюминием.

3. Мартенситные нержавеющие стали имеют

- a) гранецентрированную кубическую решетку, немагнитна, легко деформируется;
- b) объемно-центрированную кубическую решетку, магнитны, имеют высокую твердость;
- c) объемно-центрированную кубическую решетку, немагнитны, имеют высокую твердость;
- d) гранецентрированную кубическую решетку, магнитны, плохо деформируются.

4. Аустенитные нержавеющие стали имеют

- a) гранецентрированную кубическую решетку, немагнитны, легко деформируется;
- b) объемно-центрированную кубическую решетку, магнитны, имеют высокую твердость;
- c) объемно-центрированную кубическую решетку, немагнитны, имеют высокую твердость;
- d) гранецентрированную кубическую решетку, магнитны, плохо деформируется.

5. Для стабилизации ферритной фазы в нержавеющих сталях применяют легирование

- a) медью;
- b) никелем;

- c) хромом;
- d) алюминием.

*6. Дисперсионно-твердеющие нержавеющие стали*

- a) содержат большое количество никеля ( $>18\%$ ), что обеспечивает высокую коррозионную стойкость;
- b) содержат меньше никеля в сплаве железа с хромом, чем аустенитные, но стабилизируют образующих интерметаллические соединения вдоль границ зерен;
- c) являются результатом неправильной термической обработки ферритных или аустенитных сталей к межкристаллитной коррозии;
- d) не существуют.

*7. Сенсибилизированные стали*

- a) содержат большое количество никеля ( $>18\%$ ), что обеспечивает высокую коррозионную стойкость;
- b) содержат меньше никеля в сплаве железа с хромом, чем аустенитные, но стабилизируют образующих интерметаллические соединения вдоль границ зерен;
- c) являются результатом неправильной термической обработки ферритных или аустенитных сталей к межкристаллитной коррозии;
- d) не существуют.

*8. Какой из перечисленных методов защиты от коррозии не применяются для предотвращения коррозионного растрескивания под напряжением:*

- e) катодная защита;
- f) использование специальных сплавов;
- g) поверхностный наклеп или дробеструйная обработка;
- h) понижение концентрации окислителя-деполяризатора в коррозионной среде.

*9. Коррозионное растрескивание под напряжением чаще всего является:*

- e) подповерхностным;
- f) транскристаллитным;
- g) межкристаллитным;
- h) избирательным.

*10. Коррозионному растрескиванию под напряжением преимущественно подвергаются:*

- e) крупнозернистые металлы и сплавы;
- f) чистые металлы;
- g) мелкозернистые металлы и сплавы;
- h) склонность к КРН не зависит от структуры металла и металлургических факторов.

**4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена**

**Типовые вопросы экзамена (ПК-1, ПК-2)**

1. Агрессивные свойства сред в нефтяной и газодобывающей промышленности.
2. Углекислотная коррозия: механизм катодного процесса. Подходы де Варда-Миллиамса, Ф.
3. Углекислотная коррозия: механизмы анодного процесса. Ингибирование.
4. Форма нахождения сероводорода в растворе. Продукты сероводородной коррозии сталей: присутствие сероводорода.
5. Сероводородная коррозия: ускорение катодной реакции в присутствии сероводорода.
6. Роль сульфидов железа в сероводородной коррозии железа и сталей.
7. Сульфидная хрупкость стали и ее ингибирование.
8. Ингибирование сероводородной коррозии.
9. Микробиологическая коррозия: аэробные и анаэробные бактерии.
10. Коррозия под действием сульфат восстанавливающих бактерий.
11. Коррозия при участии нитратвосстанавливающих и образующих метан бактерий.
12. Аэробные микроорганизмы вызывающие микробиологическую коррозию.

### 13. Меры борьбы с микробиологической коррозией.

#### Типовые задания для экзамена (ПК-1, ПК-2)

##### Типовые тестовые задания

1. Агрессивные свойства сред в нефтяной промышленности обусловлены, прежде всего:
  - a) высоким давлением в трубопроводах;
  - b) водно-углеводородной эмульсией;
  - c) присутствием углеводородной фазы;
  - d) наличием в них сероводорода и углекислого газа.
2. Эмульсии нефти с водой вызывают:
  - a) наводороживание металла;
  - b) развитие местной коррозии из-за неравномерного подвода коррозионно-активного электролита;
  - c) равномерное растворение материала оборудования;
  - d) язвенные разрушения из-за образования осадков.
4. В баках нефтехранилищ наименее выражены коррозионные повреждения
  - a) в нижней части бака;
  - b) в области воздушной подушки;
  - c) на границе двух несмешивающихся фаз электролит- углеводород;
  - d) в области контакта топлива со стенками бака.
5. Углекислотная коррозия характеризуется
  - a) коррозионным растрескиванием;
  - b) язвенной коррозией;
  - c) равномерной коррозией;
  - d) низкими коррозионными потерями.

##### Типовые вопросы для самоконтроля

1. Что называется коррозией металла?
2. Каковы количественные показатели коррозии
3. Каковы основные типы зависимости скорости коррозии металлов от pH среды?
4. Дайте определение электрохимической коррозии, исходя из механизма ее протекания.
5. Что такое контролирующий фактор коррозии?
6. Когда возможна водородная и кислородная деполяризация?

##### Типовые вопросы коллоквиума

1. Коррозия железа и нелегированных сталей в кислых, щелочных и нейтральных средах.
2. Коррозия железа и нелегированных сталей в растворах солей.
3. Влияние термической обработки нелегированных сталей на их коррозионную стойкость.
4. Коррозия легированных и нелегированных чугунов в различных средах.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«отлично» (85 - 100 баллов)	ПК-1	Демонстрирует высокий уровень знания в области коррозии металлов, электрохимии и коррозии металлов, а также способов их защиты на основе современных электрохимии и коррозии металлов, а также способов их применения на поверхностях металлоконструкций. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, аргументировано
	ПК-2	Свободно владеет основными фундаментальными химическими законами, применяет законы химической термодинамики и химической коррозионных процессов, протекающих с водородной депполяризацией, знает основные методы и средствами борьбы с коррозионными процессами на металлоизделиях подземных и подводных металлоконструкций. Способен применять основные законы химической термодинамики и кинетики для анализа коррозионных процессов, протекающих с водородной депполяризацией. На вопросы отвечает кратко, аргументировано, уверенно
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ПК-1	Демонстрирует достаточный уровень теоретических знаний по особенностям коррозионных процессов с водородной депполяризацией. Способен к выбору оптимального метода защиты металлоконструкций от коррозионных повреждений.. В отдельных примерах может выделить междисциплинарные связи. Ответ построен логично, материал излагается хорошим языком.
	ПК-2	Способен применять основные законы химической термодинамики и кинетики для анализа коррозионных процессов, протекающих с водородной депполяризацией по выполнению работ по электрохимической защите подводных металлических конструкций Вопросы, задаваемые преподавателем, не вызывают существенных затруднений
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ПК-1	Демонстрирует не достаточный уровень знаний законов электрохимии, термодинамики, закономерностей электрохимии: электрохимии растворов электролитов. Слабо владеет отдельными методами отбора материала для моделирования по изучению коррозионной стойкости металлов, коррозионных процессов с водородной депполяризацией. Ответ не всегда логично выстроен, материал излагается без терминологии.
	ПК-2	Демонстрирует знание лишь некоторых фундаментальных законов термодинамики, закономерностей электрохимии. Способен к применению отдельных методов защиты внутренних поверхностей металлоконструкций
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ПК-1	Демонстрирует слабый уровень знаний теорий коррозии металлов. Не способен интерпретировать экспериментальные факты на основе теорий в области электрохимии и коррозии металлов. Не может привести примеры из реальной практики коррозии металлов с водородной депполяризацией. Не может выделить междисциплинарные связи Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ПК-2	Не ориентируется в направлениях исследований коррозионной стойкости металлов. Не может продемонстрировать знание и понимание основных законов и понятий химии. Не ориентируется в способах защиты металлоконструкций от коррозии. Неправильно отвечает на поставленные вопросы или затрудняется

## 5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться с дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных систем, необходимых для освоения дисциплины.

## 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендации профессиональных баз данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

## 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы. Устный опрос на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с использованием MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответ на вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных источников);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение содержания);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

## 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы участвуют в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Ответы подлежат оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе.

- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов выступления с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержанию, направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования техники последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соотношение звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальное использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, усвоенные и систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1 Основная литература:**

1. Ангал Р. Коррозия и защита от коррозии : [учеб. пособие]. - Долгопрудный: Издат. Дом "Интеллект" 2009. - 310 с.
2. Цыганкова Л.Е., Вигдорович В.И., Поздняков А.П. Введение в теорию коррозии металлов : учеб. пособие. - ТГУ, 2002. - 310 с.
3. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Кинетика и механизм электродных реакций в процессах коррозии металлов. - Тамбов, 1999. - 123 с.

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Вигдорович В.И., Цыганкова Л.Е. Электрохимическое и коррозионное поведение металлов в кислых средах : монография. - М.: Радиотехника, 2009. - 328с.
2. Цыганкова Л.Е., Шель Н.В. Лабораторный практикум по коллоидной химии : учеб. пособие. - Тамбов, 1998. - 96 с.
3. Алехина О.В., Вервекина Н.В. Изучение кинетики электродных процессов на потенциостате-гальваностате. - Тамбов: Изд-во ТГУ, 2009. - 102 с.
4. Семенова И. В., Флорианович Г. М., Хорошилов А. В. Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие. - Москва: Физматлит, 2010. - 416 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68857>
5. Пустов, Ю. А., Кошкин, Б. В., Кутырев, А. Е. Коррозия и защита металлов в водных средах : практическое пособие. - Москва: Издательский Дом МИСиС, 2005. - 102 с. - Текст : электронный // <http://www.iprbookshop.ru/56075.html>

### **6.3 Иные источники:**

1. Интернет-энциклопедии - <http://www.rubicon.com/>
2. Электронная библиотека социологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова - <http://lib.soc.msu.ru/>

## **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: лекционный зал, аудитории, компьютерная техника, средства связи, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированными средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду. Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования и иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational License  
Операционная система Microsoft Windows 10

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monograf.ru/>
2. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyj-katalog/>
3. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru/>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&scope=openid](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&scope=openid)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде.