

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения
и аэрокосмической техники

В.И. Ряжских

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Защита от коррозии»

Направление подготовки 21.03.01 Нефтегазовое дело

Профиль Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки.

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

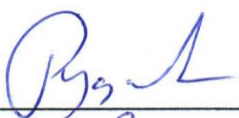
Форма обучения очная / очно-заочная

Год начала подготовки 2021

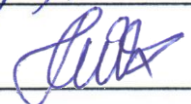
Автор программы

 / Винокурова И.М. /

Заведующий кафедрой
Химии и химической
технологии материалов

 / Рудаков О.Б. /

Руководитель ОПОП

 / Валухов С.Г. /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины - являются обеспечить высокую профессиональную подготовку инженеров - бакалавров в области теоретического и практического применения основных идей применения антикоррозионной защиты оборудования; изучение дисциплины должно способствовать формированию у студентов основ научного мышления, в том числе: пониманию границ применимости понятий и теорий; умению оценивать степень достоверности результатов теоретических и экспериментальных исследований; умению планировать технический эксперимент и обрабатывать его результаты с использованием современных методов; полученные знания дисциплины, повысят качество прохождения производственных практик и дипломных проектов, а также организации производственной деятельности при конструировании, эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- овладение теоретическими и практическими знаниями, изучение основных понятий и законов возможных процессов коррозионных разрушений в области нефтегазового комплекса;
- овладение теоретическими и практическими методами решения задач при выборе конструкционного материала - металла для проектных, конструкторских и технологических решений в области эксплуатации и обслуживания объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки;
- установление связи реакционной способности используемых компонентов (материалов) оборудования, с учетом климатических, производственных и технологических условий работы;
- изучение законов термодинамики и кинетики для решения вопроса надежности и осуществления повышения долговечности работы нефтегазового оборудования;
- формирование навыков самостоятельного изучения учебной и научной литературы систем по проблемам природы процессов химической и электрохимической коррозии металлической системы нефтегазового оборудования и нефтегазовой отрасли.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Защита от коррозии» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Защита от коррозии» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-4 - Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

ОПК-6 - Способен принимать обоснованные технические решения в профессиональной деятельности, выбирать эффективные и безопасные технические средства и технологии

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-4	Знать понятия и законы процессов коррозионного разрушения металлических конструкций и защиты от коррозии.
	Уметь сопоставлять технологию проведения типовых экспериментов на стандартном оборудовании в лаборатории и на производстве.
	Владеть навыками обработки результатов экспериментальных исследований с использованием статистических методов и оценивать точность и адекватность создаваемых экспериментальных факторных

	моделей устанавливать связи реакционной способности используемых компонентов (материалов) оборудования, с учетом климатических, производственных и технологических условий работы.
ОПК-6	знать основные законы дисциплин инженерно- механического модуля при проектировании.
	уметь осуществлять обоснование характеристик объектов нефтегазовой отрасли, оценку преимуществ и недостатков выбранного конструктивного решения
	Владеть знаниями и навыками решения стандартных задач профессиональной деятельности, возможных коррозионных разрушений в области нефтегазового производства, а также делать оценку преимуществ и недостатков выбранного конструктивного решения.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Защита от коррозии» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	54	54
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

очно-заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	48	48
В том числе:		
Лекции	16	16
Практические занятия (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
Самостоятельная работа	60	60
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость:		
академические часы	108	108
зач.ед.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по

видам занятий
очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Термодинамика коррозионных процессов.	Предмет и задачи курса. Основные положения термодинамики процессов химической и электрохимической коррозии. Изобарно-изотермический потенциал электрохимических систем и его определение для типовых коррозионных процессов. Классификация материалов по их устойчивости в различных коррозионных средах.	2	2	4	6	14
2	Влияние структуры оксидных пленок на коррозионную устойчивость металлов и сплавов.	Защитные свойства пленок и их зависимость от состояния (условия сплошности). Перенос заряда в оксидных пленках и влияние скорости переноса на коррозионный процесс. Пленочная теория электропроводности с учетом применения к коррозионным процессам. Кинетика роста оксидных пленок. Типы формируемых оксидных пленок: сплошные, тонкие. Физико-механические свойства защитных пленок и их влияние на коррозионную устойчивость. Физические основы легирования металлов. Влияние концентрации природы компонентов на процессы легирования. Основные виды легирования металлов; объемное и поверхностное распределение лигатуры в металлах.	2	2	-	6	10
3	Влияние различных факторов на скорость коррозионных процессов.	Роль среды в коррозионных процессах. Влияние химических факторов на кинетические параметры процесса (температура, давление, концентрация).	2	2	4	6	14

		Влияние процессов кавитации на скорость коррозии металлов (процессы кипения, ультразвуковое воздействие).					
4	Теория возникновения скачка потенциала на границе металл-раствор электролита. Механизм электрохимической коррозии металлов.	Обратимые и необратимые электрохимические процессы. Термодинамика гальванического процесса и возникновение микрогальванопар в гальваническом элементе. Измерение электродных потенциалов в гальванопаре. Электрохимический механизм растворения металлов с положительным и отрицательным дифференцэффектом. Особенности протекания электрохимических процессов в гетерогенных и гомогенных системах. Влияние различных факторов на кинетику электрохимической коррозии. Специфические особенности коррозии. Изменение электрохимического потенциала электрода в результате воздействия коррозионной среды (процессы пассивации и депассивации в электрохимических системах).	2	3	4	6	15
5	Поляризация электрохимических электродных процессах. Коррозионные процессы кислородной водородной деполяризацией.	в Особенности анодной и катодной поляризации электродов. Взаимосвязь процессов химической и электрохимической поляризации в электрохимических системах. Диффузионные процессы и их влияние на концентрационные изменения в электродных системах. Основные уравнения, описывающие	2	2	4	6	14

		коррозионный процесс. Термодинамика и схема процессов с кислородной поляризацией. Перенапряжение ионизации кислорода и диффузионные процессы при кислородной поляризации. Возможность протекания коррозионных процессов по смешанному механизму. Защита металлов от коррозии в нейтральных средах. Термодинамика и схема процессов с водородной поляризацией. Перенапряжение выделения водорода и диффузионные процессы при водородной поляризации.					
6	Аналитические расчеты коррозионного электрохимического процесса.	Термодинамика коррозии-онных процессов и их аналитическая интерпретация. Виды коррозионных потерь металла и методы их расчета, определение коррозионных токов. Определение контролирующих стадий коррозионного процесса. Определение соотношений между химическим и электрохимическим вкладами в общий коррозионный процесс.	2	2	-	6	10
7	Многояэлектродные системы. Идеальные и реальные поляризационные кривые. Пассивность металлов.	Идеальные и реальные поляризационные кривые. Расчет систем. Разностный и защитный эффект и их сопоставление. Потенциалы бинарных сплавов, системы типа пленка-пора. Определение пассивности и теория металлов. Характеристика пассивного состояния металлов. Пассиваторы и депассиваторы. Перепассивация	2	-	-	6	8

		металлов.					
8	Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металлов. Атмосферная, подземная, морская коррозия металлов.	Термодинамическая устойчивость. Положение металла в периодической системе Д. И. Менделеева. Физические свойства металла. Водородный показатель pH раствора. Ингибиторы. Стимуляторы. Скорость, температур, давление, контакт с другими металлами. Блуждающие токи, ультразвук облучение. Классификация и механизм. Контролирующие факторы и особенности. Влияние различных факторов.	2	2	-	6	10
9	Местная электрохимическая коррозии металлов. Основные методы защиты оборудования от коррозии.	Роль оксидной пленки в ослаблении коррозии. Металлические покрытия: анодные и катодные. Электрозащита, протекторная защита.	2	3	2	6	13
Итого			18	18	18	54	108

очно-заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Термодинамика коррозионных процессов.	Предмет и задачи курса. Основные положения термодинамики процессов химической и электрохимической коррозии. Изобарно-изотермический потенциал электрохимических систем и его определение для типовых коррозионных процессов. Классификация материалов по их устойчивости в различных коррозионных средах.	1	2	4	7	14
2	Влияние структуры оксидных пленок на коррозионную устойчивость металлов и сплавов.	Защитные свойства пленок и их зависимость от состояния (условия сплошности). Перенос заряда в оксидных пленках и влияние скорости переноса на коррозионный процесс. Пленочная теория	1	2	-	7	10

		электропроводности с учетом применения к коррозионным процессам. Кинетика роста оксидных пленок. Типы формируемых оксидных пленок: сплошные, тонкие. Физико- механические свойства защитных пленок и их влияние на коррозионную устойчивость. Физические основы легирования металлов. Влияние концентрации природы компонентов на процессы легирования. Основные виды легирования металлов; объемное и поверхностное распределение лигатуры в металлах.					
3	Влияние различных факторов на скорость коррозионных процессов.	Роль среды в коррозионных процессах. Влияние химических факторов на кинетические параметры процесса (температура, давление, концентрация). Влияние процессов кавитации на скорость коррозии металлов (процессы кипения, ультразвуковое воздействие).	2	2	4	6	14
4	Теория возникновения скачка потенциала на границе металл-раствор электролита. Механизм электрохимической коррозии металлов.	Обратимые и необратимые электрохимические процессы. Термодинамика гальванического процесса и возникновение микро гальванопар в гальваническом элементе. Измерение электродных потенциалов в гальванопаре. Электрохимический механизм растворения металлов с положительным и отрицательным дифференцэффектом. Особенности протекания электрохимических процессов в гетерогенных	2	2	3	8	15

		гомогенных системах. Влияние различных факторов на кинетику электрохимической коррозии. Специфические особенности коррозии. Изменение электрохимического потенциала электрода в результате воздействия коррозионной среды (процессы пассивации и депассивации в электрохимических системах).					
5	Поляризация электрохимических электродных процессах. Коррозионные процессы с кислородной и водородной деполяризацией.	в Особенности анодной и катодной поляризации электродов. Взаимосвязь процессов химической и электрохимической поляризации в электрохимических системах. Диффузионные процессы и их влияние на концентрационные изменения в электродных системах. Основные уравнения, описывающие коррозионный процесс. Термодинамика и схема процессов с кислородной поляризацией. Перенапряжение ионизации кислорода и диффузионные процессы при кислородной поляризации. Возможность протекания коррозионных процессов по смешанному механизму. Защита металлов от коррозии в нейтральных средах. Термодинамика и схема процессов с водородной поляризацией. Перенапряжение выделения водорода и диффузионные процессы при водородной поляризации.	2	2	3	7	14
6	Аналитические расчеты коррозионного	Термодинамика коррозионных процессов и их	2	2	-	6	10

	электрохимического процесса.	аналитическая интерпретация. Виды коррозионных потерь металла и методы их расчета, определение коррозионных токов. Определение контролирующих стадий коррозионного процесса. Определение соотношений между химическим и электрохимическим вкладами в общий коррозионный процесс.					
7	Многэлектродные системы. Идеальные и реальные поляризационные кривые. Пассивность металлов.	Идеальные и реальные поляризационные кривые. Расчет систем. Разностный и защитный эффект и их сопоставление. Потенциалы бинарных сплавов, системы типа пленка-пора. Определение пассивности и теория металлов. Характеристика пассивного состояния металлов. Пассиваторы и депассиваторы. Перепассивация металлов.	2	-	-	6	8
8	Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металлов. Атмосферная, подземная, морская коррозия металлов.	Термодинамическая устойчивость. Положение металла в периодической системе Д. И. Менделеева. Физические свойства металла. Водородный показатель pH раствора. Ингибиторы. Стимуляторы. Скорость, температур, давление, контакт с другими металлами. Блуждающие токи, ультразвук облучение. Классификация и механизм. Контролирующие факторы и особенности. Влияние различных факторов.	2	2	-	6	10
9	Местная электрохимическая коррозия металлов. Основные методы защиты оборудования от коррозии.	Роль оксидной пленки в ослаблении коррозии. Металлические покрытия: анодные и катодные. Электрозащита, протекторная защита.	2	2	2	7	13
Итого			16	16	16	60	108

5.2 Перечень лабораторных работ

Лаб. раб. 1. Термодинамический расчет направленности протекания реакции нейтрализации. Определение константы скорости реакции и направленности химического процесса. Влияние температуры на смещение химического равновесия.

Электродвижущие силы гальванического элемента.

Лаб. раб. 2. Гальванический элемент с деполяризатором катионом металла, вычисление и измерение ЭДС. Гальванический элемент с водородной поляризацией. Деполяризация гальванического элемента. Количественная характеристика электрохимической активности металлов. Измерение и вычисление потенциалов цинкового и медного электродов.

Общие свойства конструкционных металлов

Лаб. раб. 3. Отношение металлов к воде. Поведение металлов в водных растворах щелочей. Отношение металлов к кислотам. Взаимодействие олова, железа, свинца, меди, цинка с кислотами. Взаимодействие с растворами солей.

Основные виды коррозионных процессов.

Лаб. раб. 4. Электрохимическая коррозия, возникающая при контакте двух различных металлов. Факторы, влияющие на скорость коррозии: различный доступ кислорода, влияние pH, температуры и вещества ингибиторы.

Основные методы защиты оборудования от коррозии.

Лаб. раб. 5. Роль оксидной пленки в ослаблении коррозии. Металлические покрытия: анодные и катодные. Электрозащита, протекторная защита.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-4	знать понятия и законы процессов коррозионного разрушения металлических конструкций.	Активная работа на лабораторных занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь использовать основные законы термодинамики и теплопередачи, правила построения технических систем и чертежей, устанавливать связи реакционной способности используемых компонентов (материалов) оборудования, с	Решение стандартных практических задач, написание и выполнение лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	учетом климатических, производственных и технологических условий работы.			
	владеть методами решения задач при выборе конструкционного материала металла при проектировании.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана по лабораторным работам курса	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-6	знать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите лабораторных работ	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь описывать системы нефтегазового оборудования с помощью изучения природы процессов химической и электрохимической коррозии металлической системы.	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть теоретическими знаниями возможных коррозионных разрушений в области нефтегазового производства.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для очно-заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-2	знать понятия и законы процессов коррозионного разрушения металлических конструкций;	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь использовать основные законы термодинамики и теплопередачи, правила построения технических систем и чертежей;	Решение стандартных практических задач, написание и выполнение лабораторных работ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методами решения задач при выборе конструкционного материала металла при проектировании.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана по лабораторным работам курса	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

ОПК-6	знать основные законы дисциплин инженерно-механического модуля.	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	уметь устанавливать связи реакционной способности используемых компонентов (материалов) оборудования, с учетом климатических, производственных и технологических условий работы.	Решение стандартных практических задач, написание и выполнение лабораторных работ	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть теоретическими знаниями возможных коррозионных разрушений в области нефтегазового производства.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Составьте молекулярные и ионные уравнения реакций: а) карбонат натрия + соляная кислота; б) нитрат свинца + иодид калия; в) нитрат серебра + хлорид натрия.

2. Какой процесс имеет место при работе гальванического элемента, составленного из полуэлементов: $Ni | NiCl_2$ и $Fe | FeCl_2$:

1) На аноде: $Ni^0 - 2e = Ni^{2+}$; 2) На катоде: $Fe^{2+} + 2e = Fe^0$; 3) На катоде: $2H_2O + 2e = H_2^0 + 2OH^-$;

4) На аноде: $2Cl^- - 2e = Cl_2^0$; 4) На аноде: $Fe^0 - 2e = Fe^{2+}$.

3) Какой процесс осуществляется при работе гальванического элемента, составленного из полуэлементов: $Cu | CuSO_4$ и $Zn | ZnSO_4$

1) На катоде: $Cu^{2+} + 2e = Cu^0$; 2) В области анода увеличивается $[CuSO_4]$; 3) В элементе $Zn^0 + Cu^{2+} = Cu^0 + Zn^{2+}$; 4) На аноде: $Cu^0 - 2e = Cu^{2+}$; 5) На катоде $2H_2O + 2e = H_2^0 + 2OH^-$.

4) Железное изделие покрыто кадмием. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии железа во влажном воздухе и в соляной кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

5) Какой металл целесообразно выбрать для протекторной защиты от коррозии свинцовой оболочки кабеля: цинк, магний или хром? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов атмосферной коррозии железа. Каков состав продуктов коррозии?

6) При какой концентрации ионов Zn^{2+} (в моль/л) потенциал цинкового электрода будет на 0,015 В меньше его стандартного электродного потенциала. Ответ: 0,30 моль/л.

7) Железное изделие покрыто свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии железа во влажном воздухе и в соляной кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

8) Какой процесс происходит при работе гальванического элемента, составленного из полуэлементов: $Zn | ZnSO_4$ и $Mg | MgSO_4$:

1) На аноде: $2H_2O - 4e = O_2^0 + 4H^+$; 2) В элементе: $Mg^0 + Zn^{2+} = Mg^{2+} + Zn^0$;

3) На катоде $2H_2O + 2e = H_2^0 + 2OH^-$; 4) На аноде: $Zn^0 + 2e = Zn^{2+}$; 5) На катоде: $Zn^{2+} + 2e = Zn^0$.

9) Железное изделие покрыто никелем. Какое это покрытие - анодное или катодное? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в хлористоводородной кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях? Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

10) Напишите в ионно-молекулярной форме уравнения взаимодействия между растворами следующих веществ: а) $NaHCO_3 + HCl$; б) $FeCl_3 + HCl$; в) $Pb(CH_3COO)_2 + Na_2S$. Для каждого случая укажите причину смещения равновесия в сторону прямой реакции.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Задание 1

1. К чему приведет повышение температуры в системе:				
$CO_{2(газ)} + H_{2(газ)} \rightleftharpoons CO_{(газ)} + H_2O_{(газ)} - Q$?				
к повышению концентрации	к повышению концентрации	к смещению	к повышению концентрации	к понижению концентрации

CO_2	CO	равновесия влево	H_2	CO	
2. Термодинамические характеристики веществ, участвующих в реакции (1) $SrO_{(к)} + CO_{2(г)} = SrCO_{3(к)}$, (2) $CaO_{(к)} + CO_{2(г)} = CaCO_{3(к)}$, приведены ниже					
Вещество, состояние	$\Delta \overset{0}{I}_{298}$, кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/моль	Вещество, состояние	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/моль
$CaO_{(к)}$	-835	39,7	$SrO_{(к)}$	-589,4	54,3
$CO_{2(г)}$	-393,5	213,7	$SrCO_{3(к)}$	-1207,7	96,9
$CaCO_{3(к)}$	-1207,7	91,6			
а) Рассчитайте температуру, при которой в системе (1) установится равновесное состояние.					
1. 3902 К.		2. 2800 К.		3. 1200 К.	
б) Произведите расчет ΔG реакций и установите какой из оксидов $SrO_{(к)}$ или $CaO_{(к)}$ в большей степени проявляет основные свойства.					
1. $CaO_{(к)}$.		2. $SrO_{(к)}$			
3. Не производя вычислений, установите знак ΔS следующих процессов:					
а) $N_{2(г)} + 3H_{2(г)} = 2NH_{3(г)}$; б) $2CH_3OH_{(г)} + 3O_{2(г)} = 4H_2O_{(г)} + 2CO_{2(г)}$; в) $N_2O_{4(г)} = 2NO_{2(г)}$; г) $2NH_{3(г)} = N_{2(г)} + 3H_{2(г)}$.					
4. Найдите формулу маннита, содержащего 39 % углерода, 7,69 % водорода и 52,75 % кислорода, если осмотическое давление раствора, содержащего в 1 л 72 г маннита, равно $9 \cdot 10^5$ Па при 0 °С.					
$C_6H_{14}O_6$	$C_{12}H_{22}O_{11}$	$C_6H_{12}O_6$	$C_6H_{16}O_8$	$C_6H_{18}O_9$	
5. Понижение температуры замерзания раствора, содержащего 12,3 г нитробензола $C_6H_5NO_2$ в 500 г бензола, равно 1,02 °С. Определите криоскопическую константу бензола.					
4,5	4,7	4,9	5,1	5,3	

Задание 2

1. К чему приведет увеличение концентрации NH_3 в системе: $N_{2(газ)} + 3H_{2(газ)} = 2NH_{3(газ)}$?					
к смещению равновесия вправо	к смещению равновесия влево	к уменьшению концентрации N_2	к уменьшению концентрации H_2	к увеличению концентрации H_2	
2. Термодинамические характеристики веществ, участвующих в реакции $5O_{2(г)} + 4NH_{3(г)} = 6H_2O_{(г)} + 4NO_{(г)}$, приведены ниже:					
Вещество, состояние	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/моль·К	Вещество, состояние	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/моль·К
$NH_{3(г)}$	-46,19	192,5	$H_2O_{(г)}$	-241,83	188,72
$O_{2(г)}$	0	205,03	$NO_{(г)}$	-90,37	210,2
а) Используя данные таблицы, определите $\Delta \overset{0}{I}$, ΔS и ΔG , возможна ли эта реакция при стандартных условиях?					
1. Возможна			2. Невозможна		
б) возможна ли прямая реакция при температуре 3000 К и давлении, равном 1 атм. Ответ обоснуйте соответствующими расчетами.					

1. Возможна		2. Невозможна		
3. Не производя вычислений, установите знак ΔS следующих процессов: а) $2SO_{2(г)} + O_{2(г)} = 2SO_{3(г)}$; б) $H_{2(г)} + J_{2(г)} = 2HJ_{(г)}$; в) $2NO_{(г)} + Cl_{2(г)} = 2NOCl_{(г)}$; г) $CaCO_{3(к)} = CaO_{(к)} + CO_{2(г)}$.				
4. Сколько граммов метилового спирта CH_3OH должно содержаться в 1 л раствора, чтобы его осмотическое давление было таким же, как и раствора, содержащего в 1 л при той же температуре 9 г глюкозы $C_6H_{12}O_6$?				
1,6	1,8	2,2	2,4	2,6
5. Определите молекулярную массу бензойной кислоты, если 10 %-ный раствор ее в эфире кипит при 37,57 °С. Температура кипения эфира 35,6 °С, а его эбуллиоскопическая константа 2,16.				
84	98	104	122	136

Задание 3

1. К чему приведет повышение температуры в системе: $I_{2(газ)} + H_{2(газ)} = HI_{(газ)} - Q$?				
к уменьшению концен-трации H_2	к увеличению концентрации HI	к уменьшению концентрации HI	к увеличению концентрации H_2	к уменьшению концентрации I_2
2. Термодинамические характеристики веществ, участвующих в реакции $C_2H_{4(крист)} + 3O_{2(газ)} = 2CO_{2(г)} + 3H_2O_{(ж)}$, приведены ниже				
Вещество, состояние	ΔH_{298}^0 , кДж/моль		S_{298}^0 , Дж/моль·К	
$C_2H_{4(крист)}$	52,28		219,5	
$O_{2(газ)}$	0		205,03	
CO_2	-393,5		213,65	
$H_2O_{(ж)}$	-285,84		69,94	
По данным таблицы определить ΔG_{298}^0 , а также:				
а) возможность (невозможность) прямой реакции при стандартных условиях. Ответ обоснуйте соответствующими расчетами.				
1. Прямая реакция возможна		2. Прямая реакция невозможна		
3. Система находится в состоянии равновесия				
б) Направление данной реакции при температуре 850 °К и давлении, равном 1 атм.				
1. Идет прямая реакция.		2. Идет обратная реакция		
3. Не производя вычислений, установите знак ΔS следующих процессов: а)				
$H_2S_{(г)} + 3O_{2(г)} = 2H_2O_{(ж)} + 2SO_{2(г)}$;				
$б) 2CH_3OH_{(г)} + 3O_{2(г)} = 4H_2O_{(г)} + 2CO_{2(г)}$; в) $TiO_{2(к)} + 2C_{(к)} = 2Ti_{(к)} + 2CO_{(газ)}$;				
$г) 2NO_{(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{2(г)}$.				
4. При 0 °С осмотическое давление раствора сахара $C_{12}H_{22}O_{11}$ равно $3,55 \cdot 10^5$ Па. Сколько граммов сахара содержится в 1 л раствора?				
48,7	55,3	51,8	53,5	45,3
5. Водный раствор сахара замерзает при -1,1 °С. Определите массовую долю (%) сахара в растворе.				
24,8	21,5	20,4	18,6	16,8

Задание 4

1. К чему приведет повышение температуры в системе: $C_3H_6_{(газ)} + H_{2(газ)} = C_3H_{8(газ)} - Q ?$				
к уменьшению концентрации C_3H_6	к увеличению концент-рации C_3H_8	к уменьшению кон-центрации C_3H_8	к увеличению кон-центрации C_3H_6	к уменьшению концентрации H_2
2. Термодинамические характеристики веществ, участвующих в реакции $TiO_{2(к)} + 2C_{(к)} = 2Ti_{(к)} + 2CO_{(газ)}$, приведены ниже:				
Вещество, состояние	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/моль·К		
$CO_{(газ)}$	-110,52	197,91		
$TiO_{2(к)}$	-943,9	50,3		
$C_{(к)}$	0	5,69		
$Ti_{(к)}$	0	30,6		
Используя данные таблицы:				
а) определите ΔG_{298}^o реакции при стандартных условиях; б) возможна ли реакция восстановления TiO_2 углеродом при температурах 1000 и 3000 К?				
1. возможна, 2. невозможна при 1000 К.		1. возможна, 2. невозможна при 3000 К.		
3. Не производя вычислений, установите знак ΔS следующих процессов: а) $C_2H_{4(крист)} + 3O_{2(газ)} = 2CO_{2(г)} + 3H_2O_{(ж)}$; $б) 2H_2S_{(г)} + 3O_{2(г)} = 2H_2O_{(ж)} + 2SO_{2(г)}$; $в) C_3H_{8(газ)} + 5O_{2(газ)} \rightleftharpoons 3CO_{2(газ)} + 4H_2O_{(газ)}$; г) $PCl_{5(г)} = PCl_{3(г)} + Cl_{2(г)}$.				
4. Найдите осмотическое давление при 0 °С для раствора, содержащего в 1 л 18,4 г глицерина $C_3H_8O_3$.				
453,7	435,4	472,8	465,3	482,6
5. В какой массе воды следует растворить 46 г глицерина, чтобы получить раствор с температурой кипения 100,104 °С.				
4200	3600	2800	3200	2500

Задание 5

1) Термодинамические характеристики веществ, участвующих в реакции $Fe_2O_{3(к)} + 3H_{2(г)} = 2Fe_{(к)} + 3H_2O$ приведены ниже:		
Вещество, состояние	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/моль·К
$Fe_2O_{3(к)}$	-822,2	87,4
$H_{2(г)}$	0	130,5
$Fe_{(к)}$	0	27,3
$H_2O_{(г)}$	-241,8	188,9
По изменению ΔG_{298}^0 реакции определить: а) возможность (невозможность) прямой реакции при стандартных условиях. Ответ обоснуйте соответствующими расчетами.		
1. Прямая реакция возможна		2. Прямая реакция невозможна
3. Система находится в состоянии равновесия		
2) Направление данной реакции при температуре 850 °К и давлении, равном 1 атм.		
1. Идет прямая реакция.		2. Идет обратная реакция
3. система находится в равновесии		
в) Используя данные таблицы, определите, устойчив ли при стандартных условиях оксид Fe_2O_3 .		

1. Устойчив		2. Неустойчив	
2. Термодинамические характеристики веществ, участвующих в реакции $Fe_2O_{3(к)} + 3H_{2(газ)} = 2Fe_{(к)} + 3H_2O_{(газ)}$ приведены ниже:			
Вещество, состояние	ΔH_{298}^0 , кДж/моль	ΔG_{298}^0 , кДж/моль	S_{298}^0 , Дж/моль·К
$Fe_2O_{3(к)}$	-822,2	-740,3	87,4
$Fe_3O_{4(к)}$	-1117	-1014	146,2
$H_{2(г)}$	0	0	130,5
$Fe_{(к)}$	0	0	27,3
$H_2O_{(г)}$	-241,8	-228,6	188,7
а) Произведя соответствующие вычисления, определите, какая из указанных реакций протекает с большей термодинамической вероятностью при температуре 1000 К.			
1. Первая реакция		2. Вторая реакция	
3. Обе реакции идут с равной вероятностью			
б) Используя данные таблицы, определите, какой из оксидов устойчив при стандартных условиях			
1. Fe_2O_3 .		2. Fe_3O_4 .	
3. Одинаково устойчивы			

Задание 6

1. К чему приведет повышение температуры в системе: $Cl_{2(газ)} + H_{2(газ)} = 2HCl_{(газ)} - Q$?							
к уменьшению концентрации Cl_2	к увеличению концентрации HCl	к уменьшению концентрации HCl	к увеличению концентрации Cl_2	к уменьшению концентрации H_2			
2. Термодинамические характеристики веществ, участвующих в реакции (1) $FeO_{(к)} + H_{2(г)} = Fe_{(к)} + H_2O_{(г)}$ (2) $PbO_{(к)} + H_{2(г)} = Pb_{(к)} + H_2O_{(г)}$ (3) $Cr_2O_{3(к)} + 3H_{2(г)} = 2Cr_{(к)} + 3H_2O_{(г)}$ приведены ниже:							
Вещество, состояние	ΔG_{298}^0 , $\frac{ê\ddot{A}ê}{îîüü}$	ΔH_{298}^0 , $\frac{ê\ddot{A}ê}{îîüü}$	S_{298}^0 , $\frac{Дж}{моль \cdot K}$	Вещество, состояние	ΔG_{298}^0 , $\frac{ê\ddot{A}ê}{îîüü}$	ΔH_{298}^0 , $\frac{ê\ddot{A}ê}{îîüü}$	S_{298}^0 , $\frac{Дж}{моль \cdot K}$
$Fe_{(к)}$	0	0	27,3	$Cr_2O_{3(к)}$	-1046,84	-1141,0	81,1
$FeO_{(к)}$	-244,35	-263,68	58,79	$H_2O_{(г)}$	-241,8	-228,6	188,9
$PbO_{(к)}$	-188,49	-217,86	67,4	$H_{2(г)}$	0	0	130,5
$Pb_{(к)}$	0	0	64,9	$Cr_{(к)}$	0	0	23,76
Выполните необходимые расчеты и установите:							
а) Какие из перечисленных оксидов могут быть восстановлены водородом до свободного металла при 298 К; б) направление реакции (1) при температуре 900 °К и давлении 1 атм.							
1. $FeO_{(к)}$		2. $PbO_{(к)}$		3. $Cr_2O_{3(к)}$			
1. Прямая реакция.		2. Обратная реакция.		3. Равновесие.			
3. Не производя вычислений, установите знак ΔS следующих процессов: а) $CO_{2(г)} + 2H_{2(г)} = CH_3OH_{(г)}$; б) $CaCO_{3(к)} = CaO_{(к)} + CO_{2(г)}$; в) $COCl_{2(г)} = CO_{(г)} + Cl_{2(г)}$; г) $H_{2(г)} + J_{2(г)} = 2HJ_{(г)}$.							
4. В 0,5 л раствора содержится 2 г неэлектролита и раствор при 0 °С имеет осмотическое давление, равное $0,51 \cdot 10^5$ Па. Какова молярная масса неэлектролита?							
324	246	178	164	140			
5. Температура замерзания уксусной кислоты 17 °С, криоскопическая константа 3,9. Определите температуру замерзания раствора, содержащего 0,1 моль растворенного вещества в 500 г уксусной кислоты.							
16.2	18.4	20.5	26.8	28.2			

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

- 1) Составьте уравнения электродных реакций, протекающих при электрохимической коррозии металлов Sn-Fe при 25 °C в растворах H_2SO_4 , $NaCe+O_2$ и $NaCe$, не содержащем кислород.
- 2) Медь не вытесняет водород из разбавленных кислот. Почему? Однако, если к медной пластинке, опущенной в кислоту, прикоснуться магниевой, то на меди начнется бурное выделение водорода. Дайте этому – объяснение, составив электронные уравнения анодного и катодного процессов. Напишите уравнения соответствующих электрохимических реакций.
- 3) Почему скорость атмосферной коррозии стали будет протекать интенсивнее у поверхности границы воздух-вода, чем если бы сталь была полностью погружена в воду? Написать процессы на аноде и катоде.
- 4) Как происходит атмосферная коррозия луженого и оцинкованного железа при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
- 5) Медь не вытесняет водород из разбавленных кислот. Почему? Однако, если к медной пластинке, опущенной в кислоту, прикоснуться магниевой, то на меди начнется бурное выделение водорода. Дайте этому – объяснение, составив электронные уравнения анодного и катодного процессов. Напишите уравнения соответствующих электрохимических реакций.
- 6) Какой металл целесообразно выбрать для протекторной защиты от коррозии свинцовой оболочки кабеля: цинк, магний или хром? Почему? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов атмосферной коррозии железа. Каков состав продуктов коррозии? Катодная электрозащита стали.
- 7) В чем сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов.
- 8) Какое покрытие, металла называется анодным и какое катодным? Назовите несколько металлов, которые могут служить для анодного и катодного покрытия железа. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии железа во влажном воздухе и в сильноокислой среде.
- 9) Составьте молекулярные и ионно-молекулярные уравнения гидролиза солей:
а) нитрата аммония NH_4NO_3 ; б) хлорида хрома $CrCl_3$; в) сульфида калия K_2S . Укажите реакцию среды.
- 10) Укажите величину электродного потенциала алюминия на границе $Al^{3+} | Al$, если $[Al^{3+}] = 0,01$ г-ион/л.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Введение. Термодинамика коррозионных процессов. Основные положения термодинамики процессов химической и электрохимической коррозии. Влияние структуры оксидных пленок на коррозионную устойчивость металлов и сплавов. Защитные свойства пленок и их зависимость от состояния (условия сплошности).

Скорость коррозионных процессов по химическому механизму. Кинетика роста оксидных пленок.

Жаростойкое легирование металлов. Физические основы легирования металлов. Влияние концентрации природы компонентов на процессы легирования. Основные виды легирования металлов; объемное и поверхностное распределение лигатуры в металлах.

Влияние различных факторов на скорость коррозионных процессов.

Роль среды в коррозионных процессах. Влияние химических факторов на кинетические параметры процесса (температура, давление, концентрация).

Теория возникновения скачка потенциала на границе металл-раствор электролита. Обратимые и необратимые электрохимические процессы. Механизм электрохимической коррозии металлов. Изменение электрохимического потенциала электрода в результате воздействия коррозионной среды (процессы пассивации и депассивации в электрохимических системах). Поляризация в электрохимических электродных процессах. Особенности анодной и катодной поляризации электродов. Взаимосвязь процессов химической и электрохимической поляризации в электрохимических системах.

Коррозионные процессы с кислородной и водородной деполяризацией. Термодинамика и схема процессов с кислородной поляризацией.

Аналитические расчеты коррозионного электрохимического процесса. Термодинамика коррозионных процессов и их аналитическая интерпретация. Виды коррозионных потерь металла и методы их расчета, определение коррозионных токов.

Многоядерные системы. Идеальные и реальные поляризационные кривые. Пассивность

металлов. Определение пассивности и теория металлов. Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металлов. Термодинамическая устойчивость. Положение металла в периодической системе Д. И. Менделеева. Физические свойства металла. Водородный показатель рН раствора.

Атмосферная, подземная, морская коррозии металлов. Классификация и механизм. Контролирующие факторы и особенности. Влияние различных факторов.

Местная электрохимическая коррозии металлов. Основные методы защиты оборудования от коррозии. Местная электрохимическая коррозии металлов. Основные методы защиты оборудования от коррозии.

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Критерии оценки заданий:

1. Оценка «Отлично» ставится, если – задание выполнено, верно;
2. Оценка «Хорошо» ставится, если - имеются незначительные арифметические или логические погрешности, описки;
3. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если – задание не выполнено, но имеется правильный подход к решению;
4. Оценка «Неудовлетворительно» ставится – в остальных случаях.

Методика проведения:

в аудитории для практических занятий, в письменной форме, групповой способ, в течение 45 минут, с использованием справочной литературы и без использования средств коммуникации, результат - на следующем занятии.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1 Термодинамика коррозионных процессов	Знание основ термодинамики химической и электрохимической коррозии процессов. Умение проводить расчеты термодинамической направленности и возможности процесса.	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
2 Влияние структуры оксидных пленок на коррозионную устойчивость металлов и сплавов.	Знание особенностей роста оксидных пленок и их физико- химических защитных свойств для металлов.	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
3 Влияние различных факторов на скорость коррозионных процессов.	Знание влияния химических факторов температуры, давления, концентрации на кинетические параметры коррозионного процесса.	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
4 Теория возникновения скачка потенциала на границе металл-раствор электролита.	Знание термодинамики гальванического процесса и возникновения микро гальванопар в гальваническом	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата

	элементе. Умение измерять электродные потенциалы в гальванопаре и определять специфические особенности возникновения электрохимического потенциала электрода в различных средах.		
5. Поляризация в электрохимических электродных процессах. Коррозионные процессы с кислородной и водородной деполяризацией.	Знание особенностей анодной и катодной поляризации электродов. Умение находить взаимосвязь между перенапряжением ионизации кислорода и диффузионными процессами при кислородной поляризации. Владение навыками расчета схем процессов с кислородной и водородной поляризацией.	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
6. Аналитические расчеты коррозионного электрохимического процесса	Умение производить аналитические расчеты видов коррозионных потерь, определять коррозионные токи и контролирующие стадии коррозионного процесса.	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
7. Многоэлектродные системы. Пассивность металлов.	Владение навыками чтения идеальных и реальных поляризационных кривые, а также расчетами процесса разностного и защитного эффекта.	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
8. Внутренние и внешние факторы электрохимической коррозии металлов. Атмосферная, подземная, морская коррозии металлов.	Умение определить термодинамическую устойчивость металла и соответственно описать физические свойства с учетом среды, в которой работает нефтегазовое оборудование.	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата
9. Местная электрохимическая коррозии металлов. Основные методы защиты оборудования от коррозии.	Владение основными навыками защиты нефтегазового оборудования от коррозии.	ОПК-4, ОПК-6	Тест, контрольная работа, защита лабораторных работ, защита реферата

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы

тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Винокурова И. М. Основы физико-химических методов защиты теплотехнического оборудования от коррозии: учеб. пос. Ч. I. Воронеж: ГОУВПО “Ворон. государ. технич. университет”, 2009. 270 с.

2. Винокурова И. М. Коррозия и защита оборудования от коррозии: учеб. пос. Ч. II. Воронеж: ФГБОУ ВО “Воронежский государственный технический университет”, 2016. 254 с.

3. Винокурова И. М. Коррозия и защита оборудования от коррозии: учеб. пос. Ч. I. ФГБОУ ВО “Воронежский государственный технический университет”, 2016. 246 с.

4. Винокурова И. М. Физико-химические основы защиты оборудования от коррозии: сборник практических занятий (уч. пос.) Воронеж: ГОУВПО “Ворон. государ. технич. университет”, 2007. 149 с.

5. Винокурова И. М. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Коррозия и защита от коррозии» для студентов направления 131000.62 «Нефтегазовое дело» (профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения, нефти, газа и продуктов переработки») очной и заочной форм обучения (№ 49- 2014) ФГБОУ ВПО “Воронежский госуд. технич. универ.”; Воронеж, 2014. 48 с.

6. Винокурова И. М. Методические указания для аудиторной и самостоятельной работы «Общие свойства металлов» для студентов 1 курса специальностей 151002, 150201, 220201, очной формы обучения. (№ 385-2009) ГОУВПО “Воронежский госуд. технич. универ.”; Воронеж, 2009. 48 с.

7. Методические указания для выполнения лабораторных работ и самостоятельного решения задач по теме «Коррозия металлов и защита оборудования от коррозии» для студентов 1 курса специальностей 151002, 150201, 220201, очной формы обучения (№ 383- 2009). ГОУВПО “Воронежский госуд. технич. универ.”; Воронеж, 2009 г. 48 с.

8. Винокурова И. М. Методич. указ. для выполнения лабораторных работ и самостоятельного решения задач по темам «Общие свойства металлов», «Общий обзор некоторых свойств переходных элементов» по дисциплине «Коррозия и защита от коррозии» для студентов направления 21.03.01 «Нефтегазовое дело» (профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения нефти, газа и продуктов переработки») очной формы обучения ФГБОУВПО “Воронежский госуд. технич. универ.”; Воронеж, 2016. 48 с. (№ 10-2016)

9. Методические указания для выполнения контрольных заданий по дисциплине «Коррозия и защита от коррозии» для студентов направления 131000.62 «Нефтегазовое дело» (профиль «Эксплуатация и обслуживание объектов транспорта и хранения, нефти, газа и продуктов

тереработки») заочной формы обучения [Текст] / ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет»; сост. И.М. Винокурова. Воронеж, 2015. 48 с. № 51 .2015.

10. Винокурова И.М. Свойства растворов электролитов и неэлектролитов, гидролиз солей: учеб. пос. / И.М. Винокурова. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. 156 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer

<http://vorstu.ru/kafedrry/ftf/kaf/frp/uchpl/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

8.1	Таблицы: «Периодическая система элементов Д.И. Менделеева», «Растворимости», «Ряд напряжений металлов»
8.2	Аппарат Киппа
8.3	Весы технические
8.4	Весы аналитические АДВ - 200
8.5	Штативы, мерная посуда (мерные колбы, бюретки, пипетки и т. п.), реактивы
8.6	Установка для измерения изменения температуры с точностью 0,01 ⁰
8.7	Насос Комовского и установка для измерения давления насыщенного пара при разных температурах
8.8	Печь муфельная
8.9	Холодильник ОРСК
8.10	Печь муфельная
8.11	Потенциометр Р-363-2
8.12	Компьютер в комплекте: ASUS P7H55-M-7шт.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Защита от коррозии» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета повышения эксплуатационных свойств, технического нефтегазового оборудования. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка

	терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.