

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»



УТВЕРЖДАЮ
Директор Института химии

Т.А. Кремлева Т.А. Кремлева
2 марта 2020

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки
профиль (направленность) программы: Нефтехимия
очная и заочная формы обучения

Андреев Олег Валерьевич. Методы повышения нефтеотдачи. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль (направленность) программы: Нефтехимия, очная и заочная формы обучения. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Методы борьбы с коррозией [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Пояснительная записка

Целью изучения дисциплины «Методы повышения нефтеотдачи» является формирование у аспирантов системы понятий о характеристиках нефтяных коллекторов; о методах воздействия на призабойную зону пласта для повышения нефтеотдачи; о химических реагентах, применяемых в нефтегазодобывающей промышленности.

Задачи изучения дисциплины заключаются в формировании у аспирантов системы знаний по дисциплине и освоению основных разделов дисциплины:

1. физические характеристики коллекторов нефти, газа и воды;
2. основные методы воздействия на призабойную зону пласта с целью интенсификации притока нефти;
3. изоляция и ограничение притока попутно добываемой воды в нефтяные скважины.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс «Методы повышения нефтеотдачи» относится к факультативным дисциплинам. Для изучения курса требуются знания по неорганической химии (строение молекул и их реакционная способность, механизмы реакций), физической химии (химическое равновесие, кинетика химических реакций, термодинамика, физико-химия дисперсных систем (межфазная граница, поверхностное натяжения, ПАВы, гелеобразование).

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)
ПК-9 способность грамотно представлять результаты научных исследований (научные статьи, доклады и презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация) в соответствии с принятыми в нефтехимии нормами и правилами, осуществлять преподавательскую деятельность по химическим и смежным дисциплинам	Знает общие закономерности протекания физико-химических процессов добычи и очистки нефти; методики приготовления химических составов для повышения нефтеотдачи, для борьбы с отложениями солей.
	Умеет пользоваться научной и справочной литературой, критически систематизировать литературные данные по тематическим разделам; пользоваться основными понятиями и теоретическими представлениями об основных методах физико-химического воздействия на призабойную зону пласта с целью интенсификации притока нефти.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		3 семестр
Общий объем зач. ед. час	2	2
	72	72
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):		
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	50	50
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, кандидатский экзамен)		зачет

3. Система оценивания

Баллы начисляются обучающимся за работу на практическом занятии от 0 до 10 баллов.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся следующим образом:

- от 0 до 70 баллов – «не зачтено».

- от 71 до 100 баллов – «зачтено».

Обучающиеся, не набравшие необходимого количества баллов в течение семестра сдают устный зачет по вопросам.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1.	Физические характеристики коллекторов нефти, газа и воды	24	4	2	0	0
2.	Основные методы воздействия на призабойную зону пласта с целью интенсификации притока нефти	24	4	4	0	0

3.	Изоляция и ограничение притока попутно добываемой воды в нефтяные скважины	24	4	4	0	0
Итого (часов)		72	12	10	0	0

4.2. Содержание дисциплины по темам

Тема 1. Физические характеристики коллекторов нефти, газа и воды.

Пористость горной породы; коэффициенты пористости. Проницаемость горной породы. Классификация горных пород. Качественный минеральный состав терригенных горных пород. Нефтяной коллектор. Закон фильтрации Дарси. Внутрипоровое давление.

Тема 2. Основные методы воздействия на призабойную зону пласта с целью интенсификации притока нефти.

Нефтяной пласт. Физические методы воздействия на призабойную зону пласта. Внутрипластовое горение. Физико-химические методы воздействия, термохимическая обработка. Химические методы: солянокислотная обработка, глинокислотная обработка. Типы проведения кислотных обработок. Взаимодействия кислотных растворов с горной породой. Комбинированные технологии воздействия.

Понятие нефтеотдачи. Поверхностное натяжение. Классификация и механизм действия ПАВов. Применение поверхностно-активных веществ для увеличения нефтеотдачи пластов. Классификация полимеров. Сшитые полимерные системы. Полимерное загущение воды для увеличения нефтеотдачи. Механизм гелеобразования. Закачка в пластовую систему и механизм действия серной кислоты. Гипсообразование и коррозия при закачке серной кислоты. Закачка в пластовую и механизм действия оксида углерода (II). Эффект вытеснения. Эффект изменения межфазного натяжения, изменения вязкости и изменения проницаемости коллекторов. Объемный эффект. Гидратообразование.

Тема 3. Изоляция и ограничение притока попутно добываемой воды в нефтяные скважины.

Обводнения добывающих скважин. Составы селективного и неселективного действия. Водоизолирующие составы. Тампонажные материалы для селективной и неселективной изоляции.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Физические характеристики коллекторов нефти, газа и воды	Работа с учебной литературой и лекционным материалом; подготовка к опросу
2.	Основные методы воздействия на призабойную зону пласта с целью интенсификации притока нефти	Работа с учебной литературой и лекционным материалом; подготовка к опросу
3.	Изоляция и ограничение притока попутно добываемой воды в нефтяные скважины	Работа с учебной литературой и лекционным материалом; подготовка к опросу

Для самостоятельного изучения теоретического материала аспирантами используются учебники и учебные пособия в приведённом ниже списке литературы. Трудоёмкость самостоятельного изучения теоретического материала составляет 50 часов.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся следующим образом:

- от 0 до 70 баллов – «не зачтено».
- от 71 до 100 баллов – «зачтено».

Обучающиеся, не набравшие необходимого количества баллов в течение семестра сдают устный зачет по вопросам.

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы для самоконтроля, подготовки к самостоятельной работе и к зачету:

1. Геологическое строение нефтяных месторождений.
2. Понятие нефтяного коллектора, его характеристики.
3. Геолого-физические характеристики пласта.
4. Минералы, образующие нефтяной коллектор.
5. Горные породы.
6. Изверженные, осадочные, метаморфические горные породы.
7. Проницаемость, пористость горной породы, внутреннее давление.
8. Коэффициенты полной и открытой пористости.
9. Влияние физических свойств коллекторов на условия фильтрации флюидов.
10. Терригенные и карбонатные горные пород. Качественный минеральный состав.
11. Абсолютная, фазовая, и относительная проницаемости горной породы.
12. Закон фильтрации Дарси.
13. Внутрипоровое давление.
14. Внутрипластовое горение и изменение свойств пластовой системы.
15. Призабойная зона пласта.
16. Цели воздействия на предзабойную зону пласта.
17. Методы воздействия на ПЗП с целью интенсификации притока нефти.
18. Физические методы воздействия: виброобработка, электрогидравлический метод, тепловая обработка.
19. Физико-химические методы воздействия.
20. Термохимические обработки.
21. Воздействие на призабойную зону пласта химическими реагентами.
22. Солянокислотная и глинокислотная обработка пласта.
23. Реакции взаимодействия кислот с горной породой. Расчёт реагентов.
24. Основные типы проведения кислотных обработок.
25. Простые кислотные обработки.
26. Кислотные ванны.
27. Кислотные обработки под давлением.
28. Кислотоструйные обработки.
29. Химизм взаимодействия кислотных растворов с горной породой.
30. Приемы комбинирования технологий кислотного воздействия: с использованием поверхностно-активных веществ, с предварительной выборочной изоляцией призабойной зоны и с использованием растворителей.
31. Применение растворителей для обработки призабойной зоны пласта. Органические растворители.
32. Понятие нефтеотдачи.
33. Тепловые методы воздействия на пластовую систему. Паротепловой метод воздействия на пласт.

34. Физико-химические методы, повышающие эффективность заводнения нефтяных пластов. Методы повышающие коэффициент заводнения, коэффициент охвата пласта заводнением.
35. Водопоглотители. Основные причины обводнения. Требования к применяемым составам селективного и неселективного действия.
36. Классификация водоизолирующих составов.
37. Тампонажные материалы для селективной и неселективной изоляции.
38. Методы повышающие коэффициент вытеснения
39. Применение поверхностно-активных веществ для увеличения нефтеотдачи пластов.
40. Строение поверхностно-активных веществ и механизм их действия.
41. Процессы адсорбции поверхностно-активных веществ на поверхности раздела фаз.
42. Влияние поверхностно-активных веществ на количественные характеристики смачивания.
43. Механизм вытеснения нефти ПАВами.
44. Классификация ПАВ по характеру взаимодействия с пластовыми системами.
45. Применение мицеллярных растворов для повышения нефтеотдачи пластов.
46. Устойчивость, вязкость и плотность мицеллярных растворов.
47. Использование полимеров для увеличения нефтеотдачи пластов.
48. Классификация полимеров. Общая характеристика применяемых полимеров.
49. Полимерное загущение воды для увеличения нефтеотдачи.
50. Полиакриламидный полимер в гранулированном и гелеобразном состоянии.
51. Реагенты Пушер – 500 и CS – 6.
52. Сшитые полимерные системы, применяемые для повышения эффективности заводнения.
53. Факторы, влияющие на выбор реагентов для получения сшитых полимерных систем.
54. Время гелеобразования.
55. Механизм гелеобразования систем полиакриламид – ацетат хрома.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ПК-9 способность грамотно представлять результаты научных исследований (научные статьи, доклады и презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация) в соответствии с принятыми	Знает общие закономерности протекания физико-химических процессов добычи и очистки нефти; методики приготовления химических составов для повышения нефтеотдачи, для борьбы с отложениями солей. Умеет пользоваться научной и справочной литературой, критически систематизировать литературные данные по тематическим разделам;	Устные опросы Письменные опросы	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о

	в нефтехимии нормами и правилами, осуществлять преподавательскую деятельность по химическим и смежным дисциплинам	пользоваться основными понятиями и теоретическими представлениями об основных методах физико-химического воздействия на призабойную зону пласта с целью интенсификации притока нефти.		текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".
--	---	---	--	--

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Серебряков, А. О. Промысловые исследования залежей нефти и газа: учебное пособие / А. О. Серебряков, О. И. Серебряков. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1943-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71731> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Ладенко, А. А. Теоретические основы разработки нефтяных и газовых месторождений: учебное пособие / А. А. Ладенко, О. В. Савенок. - Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2020. - 244 с. - ISBN 978-5-9729-0445-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168610> (дата обращения: 13.01.2020). – Режим доступа: по подписке.
3. Снарев, А.И. Расчеты машин и оборудования для добычи нефти и газа: учебно-практическое пособие [Электронный ресурс] / А.И. Снарев. - изд. 3-е, доп. - Москва: Инфра-Инженерия, 2010. - 232 с. - ISBN 978-5-9729-0025-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/520451> (дата обращения: 13.01.2020). – Режим доступа: по подписке.

7.2 Дополнительная литература:

1. Долгих, Л. Н. Техника и технология испытания пластов при бурении нефтяных и газовых скважин: учебное пособие / Л. Н. Долгих, С. Е. Чернышов. — Пермь: Пермский государственный технический университет, 2007. — 43 с. — ISBN 978-5-88151-747-2. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/105536.html> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Гильмутдинов, И. И. Наноматериалы и сверхкритические флюидные нанотехнологии в нефтедобыче и нефтепереработке: учебно-методическое пособие / И. И. Гильмутдинов, И. В. Кузнецова, И. М. Гильмутдинов; под редакцией А. Н. Сабирзянова. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2019. — 96 с. — ISBN 978-5-7882-2539-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/100566.html> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.3 Интернет-ресурсы:

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU
<http://window.edu.ru/unilib> - ЕДИНОЕ ОКНО доступа к электронным библиотекам вузов России.
<http://znanium.com> – Электронно-библиотечная система «znanium.com»
<http://virtuallib.intuit.ru> – Виртуальная библиотека «ИНТУИТ»

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):

- **Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:**
платформа для электронного обучения Microsoft Teams
- **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**
офисный пакет MS Office

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий (аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа должны быть оснащены мультимедийным оборудованием; помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

И.О. Директор Института химии



Т.А. Кремлева Т.А. Кремлева
02 марта 20 *20* г

МЕТОДЫ БОРЬБЫ С КОРРОЗИЕЙ

Рабочая программа

для обучающихся по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки
профиль (направленность) программы: Нефтехимия
очная и заочная формы обучения

Шиблева Татьяна Григорьевна. Методы борьбы с коррозией. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 04.06.01 Химические науки, профиль (направленность) программы: Нефтехимия, очная и заочная формы обучения. Тюмень, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Методы борьбы с коррозией [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.utmn.ru/sveden/education/#>.

1. Пояснительная записка

Коррозия, кроме громадных потерь металлов и материальных средств, вызывает также загрязнение окружающей среды, ухудшение природных ландшафтов. Отсюда вытекает необходимость поиска всё более совершенных и экономичных средств защиты материалов от разрушения коррозией. Поставленная задача может быть решена только при наличии высококвалифицированных специалистов-коррозионистов. Дисциплина «Методы борьбы с коррозией» посвящена изучению общетеоретических вопросов коррозии, влиянию внешних и внутренних факторов на коррозию, а также рассмотрению различных методов защиты металлов и сплавов от коррозии в разных агрессивных средах.

Цель обучения:

формирование у аспирантов представления о научных основах процесса коррозии металлов, видах коррозии и способах защиты от неё.

Задачи обучения:

формирование у аспирантов:

- представления о научных основах процесса коррозии металлов;
- умения классифицировать коррозионные процессы;
- умения применять теоретические знания к решению практических и исследовательских задач;
- представления об экологическом аспекте процессов коррозии.
- практических навыков исследования коррозии металлов.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Курс «Методы борьбы с коррозией» относится к факультативным дисциплинам. Содержание курса базируется на знаниях, приобретённых при изучении курса физической химии (разделы: химическая термодинамика, химическая кинетика, электрохимия), коллоидной химии (разделы: поверхностные явления и адсорбция), математики и физики.

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)
ПК-9 способность грамотно представлять результаты научных исследований (научные статьи, доклады и презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация) в соответствии с принятыми в нефтехимии нормами и правилами, осуществлять преподавательскую деятельность по химическим и смежным дисциплинам	Знает общие закономерности протекания коррозионных процессов при химической и электрохимической коррозии, протекающих в различных коррозионных средах; иметь представление о различных методах защиты металлов и сплавов от коррозии, знать основные методы коррозионных исследований металлов и сплавов.
	Умеет классифицировать процессы коррозии металлов и сплавов; уметь пользоваться научной и справочной литературой по коррозии и защите металлов и сплавов от коррозии.

2. Структура и объем дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		3 семестр
Общий объем зач. ед. час	2	2
	72	72
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):		
Лекции	12	12
Практические занятия	10	10
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	50	50
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, кандидатский экзамен)		зачет

3. Система оценивания

При оценке результатов освоения дисциплины студентами используется балльно-рейтинговая система. Баллы начисляются студентам за работу на практическом занятии от 0 до 10 баллов.

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся следующим образом:

- от 0 до 70 баллов – «не зачтено».
- от 71 до 100 баллов – «зачтено».

Обучающиеся, не набравшие необходимого количества баллов в течение семестра сдают устный зачет по вопросам.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1.	Химическая коррозия металлов	14	2	2	0	0
2.	Электрохимическая коррозия металлов	23	4	4	0	0
3.	Виды коррозии	5	1	0	0	0
4.	Меры борьбы с коррозией металлов	23	4	4	0	0
5.	Методы коррозионных исследований	7	1	0	0	0
	Итого (часов)	72	12	10	0	0

4.2. Содержание дисциплины по темам

Тема 1. Химическая коррозия металлов

1. Термодинамика химической коррозии металлов

Термодинамическая возможность химической коррозии металлов. Расчет изменения энергии Гиббса. Определение возможности химической коррозии металлов по изменению энергии Гиббса. Реакционная способность металлов и термодинамическая устойчивость продуктов химической коррозии металлов.

2. Пленки на металлах

Адсорбция окислителей на металлах. Образование пленки продуктов коррозии. Классификация пленок на металлах по толщине. Условие сплошности пленок на металлах. Массоперенос и электропроводность в пленках продуктов коррозии металлов. Образование дефектов в кристаллической решетке. Классификация продуктов коррозии металлов по типу проводимости.

3. Кинетика химической коррозии металлов

Показатели химической коррозии металлов. Первичная стадия окисления металлов. Рост пористой пленки. Рост сплошной пленки. Тонкие пленки. Толстые пленки. Многослойные толстые пленки. Двухслойные однофазные пленки. Напряжения в защитных пленках и разрушение этих пленок.

4. Окисление сплавов

Теория Вагнера – Хауфе. Теория А.А. Смирнова. Теория В.И. Тихомирова. Двойные оксиды в окалине. Внутреннее окисление сплавов. Окисление дискретно упрочненных металлов.

5. Теория жаростойкого легирования

Теория уменьшения дефектности образующейся окалины. Теория образования защитного оксида легирующего элемента. Теория образования высокозащитных двойных оксидов. Жаростойкое легирование тугоплавких металлов. Поверхностное легирование.

6. Влияние внешних и внутренних факторов на химическую коррозию металлов

Температура. Состав газовой среды. Давление газа. Высокотемпературная пассивация. Скорость движения газовой среды. Режим нагрева. Состав сплава. Структура металлов. Деформация металлов. Характер обработки поверхности металла.

7. Химическая коррозия металлов в жидких средах

Коррозия металлов в неэлектролитах. Разрушение металлов в жидкометаллических теплоносителях. Взаимодействие твердых металлов с примесями в жидком металле. Кавитационно-эрозионное воздействие жидких металлов.

Тема 2. Электрохимическая коррозия металлов

1. Механизм электрохимической коррозии металлов

Химический и электрохимический механизмы растворения металлов в электролитах. Термодинамическая возможность электрохимической коррозии металлов. Катодные процессы при электрохимической коррозии металлов. Гомогенный и гетерогенный пути протекания электрохимической коррозии металлов. Коррозионные гальванические элементы и причины их возникновения. Схема и особенности электрохимического коррозионного процесса.

2. Поляризация электродных процессов

Поляризация электродных процессов. Электрохимическая кинетика анодных и катодных процессов. Уравнения поляризационных кривых. Диффузионная кинетика и концентрационная поляризация. Вторичные процессы и продукты электрохимической коррозии металлов и их влияние на поляризацию.

3. Анодный процесс электрохимической коррозии металлов

Анодная реакция ионизации металла. Анодные реакции, протекающие с участием металла и водного раствора. Диаграммы Пурбе. Участие анионов в анодном процессе. Стадийность реакций растворения металлов.

4. Коррозионные процессы с кислородной деполяризацией

Термодинамическая возможность коррозии металлов с кислородной деполяризацией. Схема катодного процесса кислородной деполяризации. Перенапряжение ионизации кислорода. Диффузия кислорода. Смешанная поляризация. Особенности коррозии металлов с кислородной деполяризацией. Защита металлов от коррозии в нейтральных электролитах.

5. Коррозионные процессы с водородной деполяризацией

Термодинамическая возможность коррозии металлов с водородной деполяризацией. Схема катодного процесса водородной деполяризации. Перенапряжение водорода. Концентрационная деполяризация. Особенности коррозии металлов с водородной деполяризацией. Защита металлов от коррозии в растворах кислот. Смешанная кислородно-водородная деполяризация.

6. Расчет электрохимического коррозионного процесса

Термодинамическая возможность и движущая сила процесса. Коррозионные потери металла и коррозионный ток. Показатели электрохимической коррозии металлов. Аналитический расчет процесса. Графический расчет процесса. Контролирующий процесс. Характеристика контролирующего процесса. Основные практические случаи контроля электрохимических коррозионных процессов. Доля электрохимического механизма коррозионного процесса.

7. Пассивность металлов

Определение пассивности металла. Характеристика пассивного состояния металла. Пассиваторы и депассиваторы. Теории пассивности металлов. Перепассивация металлов. Обобщенная анодная поляризационная кривая. Особенности коррозии металлов в условиях возможного возникновения пассивности. Повышение коррозионной стойкости металлов и сплавов на основе повышения их пассивности.

8. Внутренние факторы электрохимической коррозии металлов

Термодинамическая устойчивость металлов. Положение металла в периодической системе элементов Д.И. Менделеева. Состояние поверхности металла. Кристаллографический фактор. Границы устойчивости твердых растворов. Структурная гетерогенность сплавов и величина зерна. Механический фактор.

9. Внешние факторы электрохимической коррозии металлов

Водородный показатель pH раствора. Состав и концентрация нейтральных растворов. Ингибиторы электрохимической коррозии металлов. Стимуляторы электрохимической коррозии металлов. Скорость движения электролита. Температура. Давление. Контакт с другими металлами. Внешние токи. Блуждающие токи. Ультразвук. Облучение.

Тема 3. Виды коррозии металлов

1. Атмосферная коррозия металлов

Классификация и механизм атмосферной коррозии металлов. Концентрация влаги на поверхности корродирующего металла. Особенности атмосферной коррозии металлов и ее контролирующий процесс. Факторы атмосферной коррозии металлов. Методы защиты металлов от атмосферной коррозии.

2. Подземная коррозия металлов

Почва и грунт как коррозионные электролиты. Механизм и классификация подземной коррозии металлов. Контролирующий фактор и особенности грунтовой коррозии металлов. Влияние различных факторов на грунтовую коррозию металлов. Кинетика грунтовой коррозии металлов. Коррозия металлов блуждающими токами. Методы борьбы с подземной коррозией металлов.

3. Морская коррозия металлов

Механизм и особенности морской коррозии металлов. Влияние различных факторов на морскую коррозию металлов. Способы защиты металлов от коррозии в морской воде.

4. Коррозия металлов в расплавленных солях

Электродные потенциалы в расплавленных солях. Механизм и особенности коррозии металлов в расплавленных солях. Влияние различных факторов на коррозию металлов в расплавленных солях. Защита от коррозии металлов в расплавленных солях.

5. Некоторые виды местной электрохимической коррозии металлов и сплавов
Щелевая коррозия. Точечная (питтинговая) коррозия. Межкристаллитная коррозия.

Тема 4. Меры борьбы с коррозией металлов

1. Меры воздействия на металл.

Коррозионное легирование и термообработка. Металлические защитные покрытия. Нанесение металлических покрытий гальваническим методом. Химическое нанесение металлических покрытий. Неметаллические защитные покрытия. Неорганические покрытия. Покрытие металлов смолами, пластмассами и резиной. Покрытие металлов антикоррозионными смазками.

2. Защита металлов ингибиторами коррозии.

Ингибиторы для растворов. Ингибиторы атмосферной коррозии.

3. Электрохимическая защита металлических изделий.

Катодная защита. Анодная защита. Протекторная защита.

4. Меры воздействия на коррозионную среду.

Меры воздействия на газовую коррозионную среду. Меры воздействия на растворы электролитов.

Тема 5. Методы коррозионных исследований

1. Общая характеристика методов коррозионных исследований

Цель коррозионных исследований. Классификация методов коррозионных исследований. Показатели коррозии металлов. Десятибалльная шкала коррозионной стойкости металлов. Сравнительность коррозионных исследований.

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 3

№ темы	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.	Химическая коррозия металлов	Работа с учебной литературой и лекционным материалом; подготовка к опросу
2.	Электрохимическая коррозия металлов	Работа с учебной литературой и лекционным материалом; подготовка к опросу
3.	Виды коррозии	Работа с учебной литературой и лекционным материалом; подготовка к опросу
4.	Меры борьбы с коррозией металлов	Работа с учебной литературой и лекционным материалом; подготовка к опросу
5.	Методы коррозионных исследований	Работа с учебной литературой и лекционным материалом; подготовка к опросу

Для самостоятельного изучения теоретического материала аспирантами используются учебники и учебные пособия в приведённом ниже списке литературы. Трудоёмкость самостоятельного изучения теоретического материала составляет 50 часов.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

При проведении промежуточной аттестации результаты, полученные обучающимся, переводятся следующим образом:

- от 0 до 70 баллов – «не зачтено».

- от 71 до 100 баллов – «зачтено».

Обучающиеся, не набравшие необходимого количества баллов в течение семестра сдают устный зачет по вопросам.

6.1 Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к зачету:

1. Химическая коррозия в жидких средах.
2. Особенности атмосферной коррозии металлов и её контролирующий процесс. Факторы, влияющие на атмосферную коррозию металлов.
3. Влияние внешних факторов на газовую коррозию металлов.
4. Контактная и биологическая коррозия металлов. Классификация и механизм атмосферной коррозии металлов.
5. Влияние внутренних факторов на газовую коррозию металлов.
6. Влияние кислотности, температуры и давления на электрохимическую коррозию металлов.
7. Теория жаростойкого легирования.
8. Влияние кристаллографического фактора, механического фактора, состава и концентрации коррозионной среды на электрохимическую коррозию металлов.
9. Влияние природы металла, состава, структуры сплава, состояния поверхности металла на электрохимическую коррозию.
10. Механизм химической коррозии металлов.
11. Плёнки на металлах. Кинетика химической коррозии.
12. Защита металлов от коррозии с кислородной деполяризацией. Особенности коррозии металлов в условиях возникновения пассивности. Повышение коррозионной стойкости металлов и сплавов на основе повышения их пассивности.
13. Показатели коррозии. Теории химической коррозии. Термодинамика химической коррозии. Адсорбция кислорода на металле.
14. Пассиваторы и депассиваторы. Теория пассивности металлов.
15. Водородная деполяризация.
16. Ингибиторы коррозии и антикоррозионные смазки.
17. Стационарные электродные потенциалы.
18. Контролирующий фактор и особенности грунтовой коррозии металлов. Агрессивность почвы. Методы борьбы с подземной коррозией металлов.
19. Коррозионные диаграммы.
20. Показатели коррозии металлов. Шкала коррозионной стойкости металлов.
21. Электрохимическая защита.
22. Кислородная деполяризация.
23. Кинетика электродных реакций.
24. Методы борьбы с коррозией металлов: воздействие на металл, воздействие на среду, воздействие на конструкцию.
25. Межкристаллитная и щелевая коррозия.
26. Диаграммы Турбе.
27. Термодинамика электрохимической коррозии металлов.
28. Методы защиты металлов от атмосферной коррозии. Почва и грунт как коррозионные электролиты. Механизм и классификация подземной коррозии металлов.
29. Проблема коррозии. Термодинамика и кинетика коррозии. Классификация коррозии.
30. Пассивность металлов.
31. Показатели коррозии. Теория химической коррозии металлов. Адсорбция кислорода на металле.
32. Защита металлов от коррозии с кислородной деполяризацией. Особенности коррозии металлов в условиях возникновения пассивности. Повышение коррозионной стойкости металлов и сплавов на основе повышения их пассивности.
33. Влияние кислотности, температуры и давления на электрохимическую коррозию металлов.

6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций, соотнесенные с планируемыми результатами обучения	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1	ПК-9 способность грамотно представлять результаты научных исследований (научные статьи, доклады и презентации, научные отчеты, кандидатская диссертация) в соответствии с принятыми в нефтехимии нормами и правилами, осуществлять преподавательскую деятельность по химическим и смежным дисциплинам	Знает общие закономерности протекания коррозионных процессов при химической и электрохимической коррозии, протекающих в различных коррозионных средах; иметь представление о различных методах защиты металлов и сплавов от коррозии, знать основные методы коррозионных исследований металлов и сплавов. Умеет классифицировать процессы коррозии металлов и сплавов; уметь пользоваться научной и справочной литературой по коррозии и защите металлов и сплавов от коррозии.	Устные опросы Письменные опросы	Компетенция сформирована: при правильности и полноте ответов на теоретические вопросы, при глубине понимания вопроса и правильности выполнения предложенных заданий. Шкала критериев согласно требованиям п.4.29 "Положения о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ФГАОУ ВО "ТюмГУ".

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Физические методы в исследованиях осаждения и коррозии металлов: учебное пособие / С. С. Виноградова, Р. А. Кайдриков, А. Н. Макарова, Б. Л. Журавлев. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 144 с. — ISBN 978-5-7882-1505-1. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/62332.html> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.2 Дополнительная литература:

1. Новгородцева, О. Н. Коррозия металлов и методы защиты от коррозии: учебное пособие / О. Н. Новгородцева, Н. А. Рогожников. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 219 с. — ISBN 978-5-7782-3843-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/99349.html> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2. Коррозия и защита металлических конструкций и оборудования: учебное пособие / М. И. Жарский, Н. П. Иванова, Д. В. Куис, Н. А. Свидунович. — Минск: Вышэйшая школа, 2012. — 303 с. — ISBN 978-985-06-2029-3. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/20220.html> (дата обращения: 13.01.2020). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

7.3 Интернет-ресурсы:

<http://elibrary.ru> - Научная электронная библиотека ELIBRARY.RU

<http://window.edu.ru/unilib> - ЕДИНОЕ ОКНО доступа к электронным библиотекам вузов России.

<http://znanium.com> — Электронно-библиотечная система «znanium.com»

<http://virtuallib.intuit.ru> – Виртуальная библиотека «ИНТУИТ»

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости):

- **Лицензионное ПО, в том числе отечественного производства:**
платформа для электронного обучения Microsoft Teams
- **Свободно распространяемое ПО, в том числе отечественного производства:**
офисный пакет MS Office

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

- Учебные аудитории для проведения лекций и практических занятий (аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа должны быть оснащены мультимедийным оборудованием; помещения для самостоятельной работы обучающихся должны быть оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ТюмГУ).