

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по УР

А.В. Бурмистров

« 14 » 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.12 «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов»

Направление подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология»

Профиль подготовки Технология защиты от коррозии

Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР

Форма обучения ОЧНАЯ

Институт, факультет Институт нефти, химии и нанотехнологий,
факультет химических технологий

Кафедра-разработчик рабочей программы «Технологии электрохимических производств»

Курс, семестр 3 курс, 5,6 семестр

	Часы	Зачетные единицы
Лекции	72	2
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	81	2.25
Самостоятельная работа	108	3
Форма аттестации	63	1.75 (2 экзамена)
Всего	324	9

Казань, 2018 г.

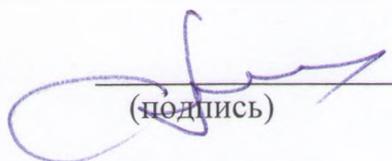
Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования № 1005 от 11.08.2016 по направлению 18.03.01 – Химическая технология

по профилю Технология защиты от коррозии

в соответствии с учебным планом, утвержденным 04 июня 2018 г., протокол № 7 для набора обучающихся 2016-2018 г.г.

Разработчик программы:

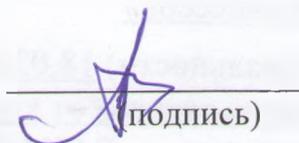
профессор
(должность)


(подпись)

Н.Б. Березин
(Ф.И.О)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТЭП, протокол от «03» сентября 2018 г. № 69-7/18

Зав. кафедрой ТЭП
(должность)

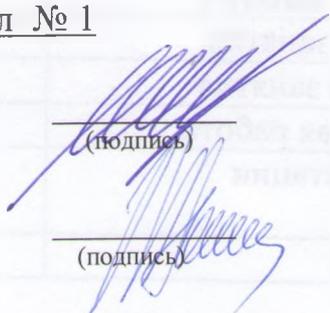

(подпись)

А.Ф. Дресвянников
(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания методической комиссии факультета или института, к которому относится кафедра-разработчик РП от 06 сентября 2018 г., протокол № 1

Председатель комиссии, доцент


(подпись)

С.С. Виноградова
(Ф.И.О.)

Начальник УМЦ

(подпись)

Л.А. Китаева
(Ф.И.О.)

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» являются

- а) создание теоретической базы для изучения прикладных дисциплин;*
- б) знакомство с теоретическими основами методов исследования;*
- в) получение знаний по термодинамике коррозионных систем;*
- г) получение знаний по кинетике коррозионных процессов;*
- д) приобретение навыков управления химическими и электрохимическими процессами.*

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» относится к *вариативной части* ОП и формирует у бакалавров по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» набор знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для выполнения научно – исследовательского, производственно - технологического, организационно – управленческого, проектного и педагогического видов деятельности.

Для успешного освоения дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» бакалавр по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» должен освоить материал предшествующих дисциплин:

- а) Математика;*
- б) Физика;*
- в) Общая и неорганическая химия;*
- г) Органическая химия;*
- д) Аналитическая химия и физико-химические методы анализа;*
- е) Физическая химия;*
- ж) Техническая термодинамика и теплотехника;*
- з) Коллоидная химия.*

Дисциплина «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) технология защиты оборудования от коррозии;*
- б) защита гальваническими покрытиями;*
- в) материаловедение и защита от коррозии;*
- г) защита лакокрасочными покрытиями;*
- д) стандартизованные методы коррозионных испытаний;*
- е) инженерные расчеты систем электрохимической защиты;*
- ж) прогнозирование коррозионных процессов.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» могут быть использованы при прохождении практик (учебной, производственной, преддипломной) и выполнении выпускных квалификационных работ, могут быть использованы в научно-

исследовательской и преподавательской деятельности по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

1. ОПК -3 -готовность использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире.

2. ПК-16 - способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

3. ПК-18-готовность использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- 1) Знать:** а) основные понятия и определения: термодинамика, кинетика, химическая и электрохимическая коррозия, электрод, электролит, перенапряжение реакции, электродная поляризация и др.; б) носители зарядов в электрохимических системах; электрохимию растворов, электроды, электрохимические цепи, модели ДЭС и их изучение; в) кинетические параметры, кинетику, механизм электрохимических реакций и методы их исследования.
- 2) Уметь:** а) самостоятельно решать задачи из различных разделов электрохимии; б) определять лимитирующую стадию и кинетические параметры электрохимической реакции; в) проводить исследования химических и электрохимических процессов стационарными и релаксационными методами, анализировать и интерпретировать полученные результаты.
- 3) Владеть:** а) теоретическими основами электролитов, электродов, электрохимических цепей; двойного электрического слоя и методами их исследования; б) теоретическими основами кинетики коррозионных процессов и навыками самостоятельного управления сложными электрохимическими реакциями и явлениями, в) навыками постановки эксперимента для решения задач теоретической электрохимии.

4. Структура и содержание дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единиц, 324 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Виды учебной работы (в часах)				Информационные и другие образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса	Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации по разделам
			Лекции	Семинар	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение	5	2	-	-	3	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Реферат, презентация
2	Коррозия металлов. Химические и электрохимические процессы.	5	6	-	6	15	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат
3	Электрохимия растворов	5	6	-	6	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат, презентация
4	Общие вопросы коррозии и защиты металлов	5	4	-	6	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат, презентация
5	Неравновесные явления в растворах электролитов	5	4	-	6	15	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
6	Классификация электродов	5	6	-	12	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
7	Классификация электрохимических систем	5	4	-	9	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
8	Двойной электрический слой	5	4	-	-	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация

							Интернет-ресурсами	
9	Кинетика электрохимических и коррозионных процессов	6	1	-	10	15	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
10	Стадийность электрохимической реакции	6	10	-	6	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
11	Диффузионная кинетика	6	4	-	6	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
12	Кинетические закономерности стадии разряда-ионизации	6	7	-	1	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
13	Кинетика сложных электрохимических реакций	6	4	-	6	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
14	Кинетика отдельных электрохимических процессов. Коррозия чистых и технических металлов.	6	10	-	7	6	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
	Всего	324	72	-	81	108		
Форма аттестации								2 Экзамена (63)

5. Содержание лекционных занятий по темам с указанием формируемых компетенций и используемых инновационных образовательных технологий.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Тема лекционного занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Ведение.	0,5	Тема 1. История развития электрохимии и науки о коррозии.	Объем, содержание и задачи курса. История развития электрохимии и науки о коррозии. Роль российских и зарубежных ученых в развитии электрохимии. Электрохимические центры и электрохимические научные школы в России и в ближнем зарубежье. Роль электрохимической науки в научно-техническом прогрессе.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		0,5	Тема 2. Предмет и разделы электрохимии.	Современное определение предмета электрохимии. Разделы электрохимии: теория растворов электролитов; электрохимические системы; электроды и электродные равновесия; двойной электрический слой; кинетика различных электрохимических реакций. Современные электрохимические измерительные приборы.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		1	Тема 3. Области применения, перспективы и проблемы электрохимии.	Распространенность электрохимических явлений и процессов в природе, жизни животных, растений и человека; в технике и технологических процессах производства; в процессах коррозии металлов и изделий из них. Преимущества электрохимической технологии, ее перспективы и проблемы электрохимии. Природоохранные возможности использования электрохимических процессов.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
2	Коррозия металлов. Химические и электрохимические процессы	3	Тема 4. Типы электрохимических систем и их составные части. Законы Фарадея.	Понятия: электрохимическая система, электрод, электролит, внешняя и внутренняя цепи, типы электрохимических систем их особенности и области использования. Законы Фарадея. Число Фарадея и его физический смысл. Основные типы кулометров и реакции, протекающие на электродах. Потенциалы разряда	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

				ионов, потенциалы окисления и восстановления ионов и молекул. Причины кажущихся отклонений от законов Фарадея. Первичные, вторичные и побочные реакции. Выход по току. Методы определения выхода по току. Особенности определения выхода по току при импульсном электролизе.	
		3	Тема 5. Типы и роль носителей зарядов в электрохимических системах.	Элементарные ионы и ионные ассоциаты в растворах электролитов. Сольватированные ионы и электроны. Катионные, анионные и незаряженные комплексы. Гетероядерные, гетеровалентные и гетеролигандные комплексные соединения. Носители зарядов в проводниках первого рода и полупроводниках.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
3	Электрохимия растворов	4	Тема 6. Электролиты и ионные равновесия.	Основные положения, недостатки и количественные зависимости теории электролитической диссоциации С.Аррениуса. Степень и константа диссоциации. Закон разведения Оствальда. Взаимодействие веществ с растворителем, как причина диссоциации их на ионы. Активность растворов и коэффициент активности. Ионная сила растворов. Фоновый (индифферентный) электролит.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 7. Строение растворов электролитов и их свойства.	Электрохимия растворов. Диаграммы Пурбе.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
4	Общие вопросы коррозии и защиты металлов	4	Тема 8. Классификация коррозионных процессов и средств защиты.	Термодинамическая устойчивость металлов. Прямые и косвенные потери. Внутренние и внешние факторы коррозии. Показатели коррозии. Классификация коррозионных процессов. Меры борьбы с коррозией металлов: воздействие на металл, на среду и конструкцию.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
5	Неравновесные явления в растворах электролитов	2	Тема 9. Электропроводимость растворов.	Диффузия, миграция, конвекция в электролитах. Электропроводимость растворов и методы ее измерения. Влияние различных факторов на электропроводимость растворов электролитов. Особенности электропроводимости растворов кислот, щелочей и неводных электролитов.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

				Электрофоретический и релаксационный эффекты электропроводности. Эффект Дебая-Фалькенгагена. Эффекты Вина.	
		2	Тема 10. Теории электропроводности.	Простая гидродинамическая теория. Теория Дебая-Хюккеля-Онзагера. Особенности электропроводности растворов кислот, щелочей и неводных электролитов. Электрофоретический и релаксационный эффекты электропроводности. Эффект Дебая-Фалькенгагена. Эффекты Вина.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
6	Классификация электродов	4	Тема 11. Электродный потенциал.	Вывод уравнения электродного потенциала (уравнение Нернста). Международные правила о знаке электродного потенциала. Водородная шкала электродных потенциалов. Стандартные электродные потенциалы. Равновесные и стационарные электродные потенциалы	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 12. Электроды.	Классификация электродов (условная запись, потенциалопределяющая реакция и уравнение электродного потенциала). Электроды первого, второго, третьего рода. Окислительно-восстановительные электроды. Газовые электроды (водородный и др.). Мембранные электроды (стеклянный электрод и др.). Селективные мембранные и ферментные электроды (электрохимические сенсоры). Применение электродов.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
7	Классификация электрохимических систем	4	Тема 13. Электрохимические цепи	Термодинамика электрохимических систем. Измерение ЭДС. Связь ЭДС обратимого элемента с константой равновесия и изменением энергии Гиббса. Уравнение Гиббса-Гельмгольца и его использование в электрохимических расчетах. Типы электрохимических цепей: физические цепи (гравитационные, аллотропные); концентрационные цепи первого и второго рода; химические цепи. Топливные элементы (водородно-кислородный топливный элемент).	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
8	Двойной электрический слой	2	Тема 14. Методы изучения ДЭС.	Природа и механизм возникновения скачка потенциала на фазовых границах: металл-раствор (расплав); металл-растворитель; полупроводник-раствор. Механизм возникновения ДЭС и его роль в электрохимических процессах.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

				<p>Методы изучения ДЭС: а) метод адсорбции; б) метод электрокинетических явлений; в) метод электрокапиллярных кривых на твердых и жидких электродах; е) метод дифференциальной емкости; ж) метод кривых заряжения.</p> <p>Потенциал нулевого заряда и нулевые точки, методы их определения и значение в электрохимии.</p>	
		2	Тема 15 Модели ДЭС.	<p>1) конденсированный ДЭС (Гельмгольц); 2) диффузный ДЭС (Гуи-Гаппмен); 3) адсорбционный ДЭС (Штерн); 4) хемосорбционный ДЭС (Грем, Фрумкин, Парсонс); 5) дискретный ДЭС (Есин-Шихов, Эршлер); электронный ДЭС (Алпатова и др.).</p>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
9	Кинетика электрохимических и коррозионных процессов	0,5	Тема 16 Определение кинетики и механизма электрохимической реакции.	Содержание электрохимической кинетики. Понятие о лимитирующей стадии электрохимической реакции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		0,5	Тема 17 Перенапряжение и поляризация	Перенапряжение реакции и электродная поляризация, их слагаемые.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
10	Стадийность электрохимической реакции	6	Тема 18 Стадии транспорта реагента	Стадии переноса реагента из объема электролита к границе раздела электрод-электролит	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 19 Образование активированного комплекса	Внешнесферный, внутрисферный и мостиковый механизмы образования переходного состояния реагента	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 20 Стадии переноса электрона	Безбарьерный, барьерный и безактивационный переход электрона. Понятие о туннелировании электрона	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
11	Диффузионная кинетика	2	Тема 21 Основные уравнения диффузионной кинетики	<p>Особенности протекания реакции в условиях лимитирующей стадии диффузии.</p> <p>Уравнение предельного диффузионного тока.</p>	ПК-3 ПК-21 ПК-23
		2	Тема 22 Методы исследования	Метод снятия стационарных и потенциодинамических поляризационных кривых,	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

			диффузионной кинетики.	хронопотенциометрия, дисковый вращающийся электрод, метод кривых выключения (метод спада потенциала при выключении поляризующего тока), температурно-кинетический метод	
12	Кинетические закономерности стадии разряда-ионизации	3	Тема 23 Основные уравнения теории замедленного разряда-ионизации	Особенности реакции в условиях лимитирующей стадии переноса электрона. Вывод уравнения поляризационной кривой. Частные и полное уравнения поляризационной кривой.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 24 Кинетические параметры электрохимической реакции	Вывод уравнения Тафеля. Плотность тока обмена, коэффициент переноса, порядок реакции, энергия активации	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 25 Методы исследования лимитирующей стадии переноса заряда	Метод снятия стационарных и потенциодинамических поляризационных кривых, хронопотенциометрия, дисковый вращающийся электрод, метод кривых выключения (метод спада потенциала при выключении поляризующего тока), температурно-кинетический метод	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
13	Кинетика сложных электрохимических реакций	2	Тема 26 Стадийные электродные реакции	Стадийный перенос электронов. Влияние ДЭС на скорость электрохимической реакции. Влияние электрохимически неактивных ПАВ на скорость электрохимической реакции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 27 Электроосаждение сплавов	Актуальность получения сплавов. Условие получения сплава. Роль комплексообразования при электроосаждении сплава.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
14	Кинетика отдельных электрохимических процессов Коррозия чистых и технических металлов	5	Тема 28 Электрохимическое выделение водорода	Доноры протонов в реакции выделения водорода. Теория замедленного разряда. Теория замедленной электрохимической десорбции. Теория замедленной рекомбинации. Критерии оценки механизма реакции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		3	Тема 29 Электрохимическое выделение кислорода	Кинетика электрохимического выделения кислорода.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 30 Пассивность металла	Анализ поляризационной кривой для пассивирующегося металла	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

6. Содержание семинарских, практических занятий.

Учебным планом по направлению 18.03.01 «Химическая технология» по профилю Технология электрохимических производств проведение практических занятий по дисциплине «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» не предусмотрено.

7. Содержание лабораторных занятий

Цель проведения лабораторных занятий – освоение лекционного материала, касающегося исследования электрохимических систем, кинетики и механизма электрохимических реакций.

№ п/п	Раздел дисциплины	Часы	Наименование лабораторной работы	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Ведение	-	-	-	-
2	Коррозия металлов. Химические и электрохимические процессы	6	Законы Фарадея. Кулонометрия	Законы Фарадея. Число Фарадея и его физический смысл. Основные типы кулометров и реакции, протекающие на электродах. Потенциалы разряда ионов, потенциалы окисления и восстановления ионов и молекул. Причины кажущихся отклонений от законов Фарадея. Первичные, вторичные и побочные реакции. Выход по току. Методы определения выхода по току.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
3	Электрохимия растворов	6	Электролиз воды. Электролиз водных растворов.	Исследование электродных реакций и явлений в приэлектродных слоях	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
4	Общие вопросы коррозии и защиты металлов.	6	Термодинамическая устойчивость металлов. Показатели коррозии.	Оценка термодинамической устойчивости металлов. Определение показателей коррозии.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
5	Неравновесные явления в растворах электролитов	6	Электропроводимость растворов.	Исследование электропроводимости растворов. Методы измерения электропроводимости. Влияние различных факторов на электропроводимость растворов электролитов. Особенности электропроводимости растворов кислот, щелочей.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

6	Классификация электродов	12	Электродные потенциалы металлов. Измерение рН сурьмяным электродом.	Стандартные электродные потенциалы. Исследование равновесных и стационарных электродных потенциалов. Исследование рН растворов сурьмяным электродом.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
7	Классификация электрохимических систем	9	Элемент Даниэля-Якоби.	Измерение ЭДС элемента. Исследование влияния активностей компонентов раствора и температуры на ЭДС цепи.	ПК-3 ПК-21 ПК-23
8	Двойной электрический слой	-	-	-	-
9	Кинетика электрохимических и коррозионных процессов	10	Метод снятия поляризационных кривых в электрохимических и коррозионных исследованиях	Снятие и анализ поляризационных кривых различных электродов и электролитов.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
10	Стадийность электрохимической реакции	6	Метод снятия поляризационных кривых в электрохимических и коррозионных исследованиях	Снятие и анализ поляризационных кривых различных электродов и электролитов.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
11	Диффузионная кинетика	6	Предельный диффузионный ток	Определение предельного диффузионного тока методом снятия стационарных поляризационных кривых. Влияние различных факторов на величину предельного диффузионного тока.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
12	Кинетические закономерности стадии разряда-ионизации	1	Роль комплексообразования в процессах электрохимического восстановления соединений меди	Исследование электродной поляризации в различных электролитах. Определение кинетических параметров электрохимической реакции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
13	Кинетика сложных электрохимических реакций	6	Электроосаждение сплавов. Растворение чистых и технических металлов	Кинетика процесса электроосаждения латуни. Исследование влияния катодных структурных составляющих сплава на скорость его электрохимической коррозии.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
14	Кинетика отдельных электрохимических реакций	7	Кинетика реакции разряда доноров протонов	Теория замедленного разряда. Теория замедленной электрохимической десорбции. Теория замедленной рекомбинации. Определение	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

				критериев оценки механизма реакции.	
--	--	--	--	-------------------------------------	--

*лабораторные работы проводятся в помещении учебной лаборатории кафедры с использованием специального оборудования.

8. Самостоятельная работа бакалавра

№ п/п	Темы, выносимые на самостоятельную работу	Часы	Форма СРС	Формируемые компетенции
1.	Проблемы коррозии и защиты металлов.	12	<i>Реферат Изучение теоретического материала. Письменная работа.</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
2.	Анализ электрохимических явлений и процессов.	15	<i>Реферат,</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
3.	Сольватированные и гидратированные электроны.	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
4.	Химические аспекты в электрохимии металлов и сплавов	6	<i>Реферат Подготовка к тестированию</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
5.	Роль электрохимии в решении экологических задач	6	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
6.	Теоретические основы электрохимической энергетики	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
7.	Анодное формирование и катодное восстановление комплексов металлов	3	<i>Реферат,</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
8.	Анализ методов исследования диффузионной кинетики.	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
9.	Анализ методов исследования замедленной стадии переноса электронов.	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
10.	Современные электроды и их применение в	6	<i>Реферат</i>	ОПК-3

	промышленности и лабораторных исследованиях			ПК-16 ПК-18
11.	Создатели отечественной электрохимической науки	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
12.	Потенциал нулевого заряда. Методы определения и их использование в научных исследованиях	6	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
13.	Электродный потенциал. Методы определения и его фундаментальное и прикладное значение.	15	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
14.	Приближение Борна-Оппенгеймера. Принцип Франка-Кондона.	3	<i>Реферат</i>	ПК-3 ПК-21 ПК-23
15.	Значение принципа Бренстеда-Поляни-Семенова при выводе уравнений теории замедленного разряда-ионизации.	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
16.	Принцип независимости электродных процессов и его применение.	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
17.	Методы получения электрокапиллярных кривых на жидких и твердых электродах	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
18.	Анализ поляризационной кривой катодного и анодного процессов	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
19.	Термодинамическая устойчивость металлов. Анализ значений стандартных электродных потенциалов.	6	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
20.	Кинетика процесса пассивирования металлов. Практика использования явлений пассивности металлов.	6	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» используется рейтинговая система оценки знаний на основании «Положения о балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся и обеспечения качества

учебного процесса» (Утверждено решением Ученого Совета ФГБОУ ВО «КНИТУ», протокол №7 от 04.09. 2017 г.)

Рейтинговая оценка формируется на основании текущего и промежуточного контроля. Максимальное и минимальное количество баллов по различным видам учебной работы описано в положении о рейтинговой системе.

При изучении дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» студенты получают баллы за выполнение шести лабораторных работ в 5 семестре и шести лабораторных работ в 6 семестре (5 баллов за каждую лабораторную работу). До 10 баллов студент может получить за каждую дополнительную самостоятельно подготовленную работу (реферат, отчет, обзор и т.д.). За посещение лекционных занятия максимальное кол-во баллов – 10 б. В результате максимальный текущий рейтинг составит – 60 б. На экзамен студент допускается, имея не менее 40 баллов. На экзамене студент может получить до 40 баллов. С учетом ответа на экзамене студент получает оценку отлично, если он набрал 87-100 баллов, оценку – хорошо, если он набрал 73-86 баллов, оценку – удовлетворительно, если он набрал 60-72 балла. Если суммарный балл меньше 60, студент получает неудовлетворительную оценку.

10. Оценочные средства для определения результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся и итоговой (государственной итоговой) аттестации разрабатываются согласно положению о Фондах оценочных средств, рассматриваются как составная часть рабочей программы и оформляются отдельным документом.

11. Информационно-методическое обеспечение дисциплины

11.1 Основная литература

При изучении дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» в качестве основных источников информации рекомендуется использовать следующую литературу.

Основные источники информации	Кол-во экз.
1. Ротинян, Александр Леонович. Теоретическая электрохимия [Учебники] : учебник для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. "Хим. технология" .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Студент, 2013 .— 496 с. : ил. — Авт. указ. на обор. тит. л. — Библиогр.: с.485-487 (93 назв.). Предм. указ.: с.488-492 .— ISBN 978-5-4363-0047-4.	30 экз УНИЦ КНИТУ

11.2 Дополнительная литература

В качестве дополнительных источников информации рекомендуется

использовать следующую литературу:

Дополнительные источники информации	Кол-во экз.
1.Березин Н.Б., Межевич Ж.В., Григорьева И.О. Законы Фарадея: методические указания к лабораторным работам. М-во образ. И науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 32 с.	78 экз. Кафедра ТЭП, Е-529
2.Березин Н.Б., Межевич Ж.В. Электроды. Электрохимические цепи: методические указания к лабораторным работам. М-во образ. И науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 44 с.	78 экз. Кафедра ТЭП, Е-529
3.Межевич Ж.В., Березин Н.Б. Определение кинетических параметров электрохимической реакции методические указания к лабораторным работам. М-во образ. И науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2016. – 28 с.	78 экз. Кафедра ТЭП, Е-529
4. Березин Н.Б., Межевич Ж.В. Контрольные задания и	

тесты по курсу «Теоретическая электрохимия». М-во образ. И науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 44 с.	78 экз. Кафедра ТЭП, Е-529
5. Березин Н.Б., Березина Т.Н., Межевич Ж.В. Электрохимия: учебное пособие. М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2011. – 80 с.	50 экз. Кафедра ТЭП, Е-529
7. Дамаскин, Борис Борисович. Электрохимия [Учебники] : Учеб. — М. : Химия, 2001 .— 623 с. : ил. — Библиогр.: 615-619. Пред. указ.: с.620-623 .— ISBN 5-7245-1047-2.	49 экз. УНИЦ КНИТУ
8. Антропов, Лев Иванович. Теоретическая электрохимия [Учебники] : учеб. для студ. хим. и хим.-технол. спец. вузов .— 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Высш. шк., 1984 .— 519 с. : ил., табл. — Библиогр.: с.511-512 (58 назв.). Предм. указ.: с.513-518.	104 экз. УНИЦ КНИТУ

11.3. Электронные источники информации

При изучении дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» предусмотрено использование источников информации:

- <http://www.galvanicrus.ru/lit/books.php> ;
- elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_free/asp ;
- электронный каталог УНИЦ КНИТУ

Согласовано :
Зав. Сектором ОКУФ



12. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля).

Лекционные занятия: проектор EPSON EB-X6, настенный экран, ноутбук AcerAspire 3000 (аудитория Е-525)

Лабораторные занятия:

- Потенциостаты П-5848, П-5827(аудитория Е-512)..
- Медный кулонометр (самодельный).
- Комплекс лабораторный для проведения электрохимических исследований . (Уч. лаб. для иссл.э/х свойств наностр.м-в.) Включает: лабораторный потенциостат-гальваностат Р-30I ООО «Элинс», управляющий ПК и рН-метр лабораторный Анион 4100.
 - Потенциостат IPC-Pro MF
 - Вольтметр универсальный цифровой В7-38М (2 шт).
 - Микроскоп металлургический инвертированный Meiji IM7530
 - Микроскоп МИИ-4
 - Термостаты циркуляционные универсальные с ванной из нержавеющей стали ВТ25-1 , ВТ5-1 , ВТ3-1
 - Магазины сопротивлений Р-33, Р-4831, ТЕ1061, ТЕ1041, ТЕ1051 (2 шт).
 - Источники питания постоянного тока Б5-49, ТЕ-100-12-10УХА4, Б5-47 (2 шт).
 - Потенциостат ПИ-50-1.1 (4 шт).
 - Весы ВЛ-210, ВЛТЭ-1100
 - Коррозиметр универсальный Эксперт-004 (2 шт).

13. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов» используются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий:

- лекции;
- лабораторные занятия;
- дополнительные консультации;
- самостоятельная работа студента с дальнейшим диалогом.
- применение мнемоники.

Используются дополнительные формы обучения по отдельным темам:

- текущая проверка знаний; взаимный контроль студентов по тестам;

- отработка пройденного материала на лабораторных задачах; форма, при которой малые (3-4 человека) группы получают различные практические задания на одну тему;

- обмен знаниями между студентами в малых группах.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах составляет 90 часа.

Использование системы обучения в среде **Moodle** -*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment* (модульная объектно-ориентированная динамическая обучающая среда).

Лист переутверждения рабочей программы

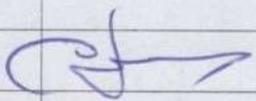
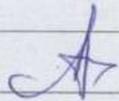
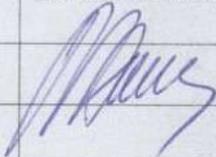
Рабочая программа по дисциплине «Термодинамика и кинетика коррозионных процессов»

по направлению 18.03.01 «Химическая технология»

для профиля подготовки «Технология защиты от коррозии»

для набора обучающихся 2019 года

пересмотрена на заседании кафедры «Технология электрохимических производств»

№ п/п	Дата переутверждения РП (протокол заседания кафедры № 69-7/19 от 04.07.2019 г.)	Наличие изменений	Наличие изменений в списке литературы	Подпись разработчика РП	Подпись заведующего кафедрой	Подпись начальника УМЦ Китаева Л.А.
		Нет*	Нет**			

* Пункт Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

• *elivgramy.ru*

Указать современные базы данных, применяемые при изучении данной дисциплины (согласно требованию ФГОС ВО п. 7.3.4.).

Внесены дополнения в пункт Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Лицензированное свободно распространяемое программное обеспечение, используемое в учебном процессе при освоении дисциплины.....(согласно требованию ФГОС ВО п. 7.3.2.).

• *MS Office 2007 Russian*

** Если в списке литературы есть изменения, обновленный список необходимо утвердить у заведующей сектором комплектования УНИЦ и один экземпляр представить в УМЦ/ОМг/ОАиД.