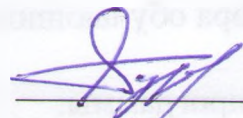


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ


Проректор по УР
А.В. Бурмистров
« 14 » 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

По дисциплине Б1.В.ОД.12 «Теоретическая электрохимия»
Направление подготовки (специальности) 18.03.01 «Химическая технология»
Профиль подготовки Технология электрохимических производств
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	54	1,5
Практические занятия	-	-
Семинарские занятия	-	-
Лабораторные занятия	72	2
Самостоятельная работа	126	3,5
Форма аттестации	36	1 (Экз, ЗаО)
Всего	288	8

Казань, 2018 г.

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования

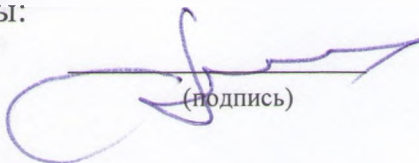
№ 1005 от 11.08.2016 по направлению 18.03.01 – Химическая технология

по профилю Технология электрохимических производств

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

Разработчик программы:

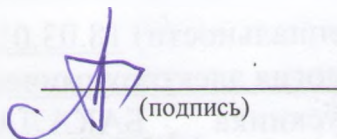
профессор
(должность)


(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)

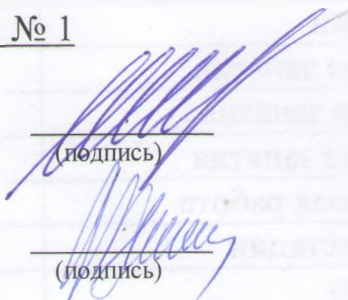

(подпись)

А.Ф. Дресвянников
(Ф.И.О)

УТВЕРЖДЕНО

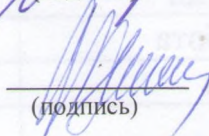
Протокол заседания методической комиссии факультета или института, к которому относится кафедра-разработчик РП
от 06 сентября 2018 г., протокол № 1

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 «Теоретическая электрохимия» являются

- а) создание теоретической базы для изучения прикладных дисциплин;*
- б) знакомство с теоретическими основами методов исследования;*
- в) получение знаний по электрохимическим системам;*
- г) получение знаний по электрохимической кинетике;*
- в) приобретение навыков управления электрохимическими процессами.*

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теоретическая электрохимия» 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 «Теоретическая электрохимия» *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 «Теоретическая электрохимия» является предшествующей и необходима для успешного усвоения последующих дисциплин:

- а) электрохимические технологии;*
- б) ресурсосбережение и экологическая безопасность электрохимических производств;*
- в) электрофизические методы обработки материалов;*
- г) методы и алгоритмы расчетов электрохимических систем;*
- д) электрохимические нанотехнологии;*
- е) оборудование и основы проектирования электрохимических систем;*
- ж) защита от коррозии.*

Знания, полученные при изучении дисциплины «Теоретическая электрохимия» 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: электрод, электролит, ДЭС, кинетика, 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 теоретической электрохимии;
б) определять лимитирующую стадию и кинетические параметры электрохимической реакции;
в) проводить исследования 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 электродных процессов и навыками самостоятельного управления сложными электрохимическими реакциями и явлениями,
в) навыками постановки эксперимента для решения задач теоретической электрохимии.

4. Структура и содержание дисциплины «Теоретическая электрохимия»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 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	Семинары	Лабораторные работы	СРС		
1	Введение	5	2	-	-	2	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Реферат, презентация
2	Химические и электрохимические процессы	5	4	-	6	2	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат
3	Электрохимия растворов	5	8	-	3	38	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат, презентация
4	Комплексообразование в растворах электролитов	5	4	-	-	2	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, реферат, презентация
5	Неравновесные явления в растворах электролитов	5	4	-	12	2	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
6	Классификация электродов	5	6	-	12	4	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
7	Классификация электрохимических систем	5	4	-	6	2	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
8	Двойной электрический слой	5	4	-	6	2	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация

9	Кинетика электродных процессов	6	2	-	-	10	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
10	Стадийность электрохимической реакции	6	2	-	-	10	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
11	Диффузионная кинетика	6	4	-	3	19	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
12	Кинетические закономерности стадии разряда-ионизации	6	4	-	12	11	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
13	Кинетика сложных электрохимических реакций	6	4	-	6	10	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
14	Кинетика отдельных электрохимических процессов	6	2	-	6	12	Работа с основной, дополнительной литературой и Интернет-ресурсами	Тест, доклад, презентация
	Всего	288	54	-	72	126		
Форма аттестации								1 экзамен (36); 1 зачет с оценкой

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 электрохимической науки.	Объем, содержание и задачи курса. История развития электрохимической науки. 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 теоретической электрохимии.	Современное определение предмета теоретической электрохимии. Разделы теоретической 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	Химические и электрохимические процессы	2	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 кулонометров 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 опреде-	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

				ления выхода по току. Особенности определения выхода по току при импульсном электролизе.	
		2	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
		4	Тема 7. Строение растворов электролитов и их свойства.	Электрохимия растворов. Диаграммы Пурбе.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
4	Комплексообразование в растворах электролитов	4	Тема 8. Роль процессов комплексообразования в электролитах.	Концентрационная константа равновесия. Термодинамическая константа равновесия. Ионное произведение воды. Распределительные диаграммы комплексов. Роль процессов комплексообразования в электролитах	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. Электрофоретический и релаксационный эффекты электропроводимости. Эффект Дебая-Фалькенгагена. Эффекты Вина.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 10. Теории электропроводимости.	Простая гидродинамическая теория. Теория Дебая-Хюккеля-Онзагера. Особенности электропроводимости растворов кислот, щелочей и неводных электролитов. Электрофоретический и релаксационный эффекты электропроводимости. Эффект Дебая-Фалькенгагена. Эффекты Вина.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

6	Классификация электродов	2	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
		4	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. 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. Потенциал нулевого заряда и нулевые точки, методы их определения и значение в электрохимии.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 15 Модели ДЭС.	1) конденсированный ДЭС (Гельмгольц); 2) диффузный ДЭС (Гуи-Гаппмен); 3) адсорбционный ДЭС (Штерн); 4) хемосорбционный ДЭС (Грем, Фрумкин, Пар-	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

				сонс); 5) дискретный ДЭС (Есин-Шихов, Эршлер); электронный ДЭС (Алпатова и др.).	
9	Кинетика электродных процессов	1	Тема 16 Определение кинетики и механизма электрохимической реакции.	Содержание электрохимической кинетики. Понятие о лимитирующей стадии электрохимической реакции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		1	Тема 17 Перенапряжение и поляризация	Перенапряжение реакции и электродная поляризация, их слагаемые.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
10	Стадийность электрохимической реакции	1	Тема 18 Стадии транспорта реагента	Стадии переноса реагента из объема электролита к границе раздела электрод-электролит	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		0,5	Тема 19 Образование активированного комплекса	Внешнесферный, внутрисферный и мостиковый механизмы образования переходного состояния реагента	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		0,5	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	Особенности протекания реакции в условиях лимитирующей стадии диффузии. Уравнение предельного диффузионного тока.	ПК-3 ПК-21 ПК-23
		2	Тема 22 Методы исследования диффузионной кинетики.	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
12	Кинетические закономерности стадии разряда-ионизации	2	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

	ции				
		1	Тема 24 Кинетические параметры электрохими- ческой реакции	Вывод уравнения Тафеля. Плотность тока обмена, коэффициент переноса, порядок реакции, энергия активации	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		1	Тема 25 Методы иссле- дования лими- тирующей ста- дии переноса заряда	Метод снятия стационарных и потенции- одинамических поляризационных кри- вых, 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 электро- химиче- ских ре- акций	2	Тема 26 Стадийные электродные реакции	Стадийный перенос электронов. Влияние ДЭС на скорость электрохимической ре- акции. Влияние электрохимически неак- тивных ПАВ на скорость электрохимиче- ской реакции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		2	Тема 27 Электроосаж- дение сплавов	Актуальность получения сплавов. Усло- вие получения сплава. Роль комплексо- образования при электроосаждении спла- ва.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
14	Кинетика отдель- ных элек- трохими- ческих реакций	0,5	Тема 28 Электрохими- ческое выделе- ние водорода	Доноры протонов в реакции выделения водорода. Теория замедленного разряда. Теория замедленной электрохимической десорбции. Теория замедленной реком- бинации. Критерии оценки механизма реакции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		0,5	Тема 29 Электрохими- ческое выделе- ние кислорода	Кинетика электрохимического выделения кислорода.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
		1	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 «Теоретическая электрохимия» 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	Введение	-	-	-	-
2	Химические и электрохимические процессы	6	Законы Фарадея. Кулонометрия	Законы Фарадея. Число Фарадея и его физический смысл. Основные типы кулонометров 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	3	Электролиз воды. Электролиз водных растворов.	Исследование электродных реакций и явлений в приэлектродных слоях	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
4	Комплексообразование в растворах электролитов	-	-	-	-
5	Неравновесные явления в растворах электролитов	12	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 pH сурьмяным электродом.	Стандартные электродные потенциалы. Исследование равновесных и стационарных электродных потенциалов. Исследование pH растворов сурьмяным электродом.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
7	Классификация	6	Элемент Даниэля-	Измерение ЭДС элемента. Ис-	ПК-3

	ция электро-химических систем		Якоби.	следование влияния активностей компонентов раствора и температуры на ЭДС цепи.	ПК-21 ПК-23
8	Двойной электрический слой	6	Методы исследования двойного электрического слоя	Исследование электрокинетических явлений. Определение емкости двойного электрического слоя из начального участка зависимости электродный потенциал-время.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
9	Кинетика электродных процессов	-	-	-	-
10	Стадийность электрохимической реакции	-	-	-	-
11	Диффузионная кинетика	3	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	12	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	6	Кинетика реакции разряда доноров протонов	Теория замедленного разряда. Теория замедленной электрохимической десорбции. Теория замедленной рекомбинации. Определение критериев оценки механизма реакции.	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

**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 и перспективы развития электрохимии.	6	Реферат Изучение	ОПК-3 ПК-16

			<i>теоретического материала. Письменная работа.</i>	ПК-18
2.	Анализ электрохимических явлений и процессов.	6	<i>Реферат,</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
3.	Сольватированные и гидратированные электроны.	32	<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 промышленности и лабораторных исследованиях	6	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
11.	Создатели отечественной электрохимической науки	19	<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	6	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16

	значение.			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.	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18
20.	Кинетика процесса пассивирования металлов. Практика использования явлений пассивности металлов.	3	<i>Реферат</i>	ОПК-3 ПК-16 ПК-18

9. Использование рейтинговой системы оценки знаний.

При оценке результатов деятельности студентов в рамках дисциплины «Теоретическая электрохимия» 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 «Теоретическая электрохимия» студенты получают баллы за выполнение шести лабораторных и одной контрольной работы (5 баллов за каждую лабораторную работу и 10 баллов за контрольную работу), работ. До 10 баллов студент может получить за каждую дополнительную самостоятельно подготовленную работу (реферат, отчет, обзор и т.д.). За посещение семинарских и лекционных занятия максимальное кол-во баллов – 10б. В результате максимальный текущий рейтинг составит – 60 б. На экзамен сту-

дент 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 «Теоретическая электрохимия» 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 зада-	

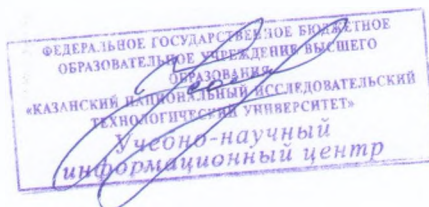
ния и тесты по курсу «Теоретическая электрохимия». М-во образ. И науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2015. – 44 с.	78 экз. Кафедра ТЭП, Е-529
5. Березин Н.Б., Березина Т.Н., Межевич Ж.В. Электрохимия: учебное пособие. М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т.- Казань: Изд-во КНИТУ, 2011. – 80 с.	50 экз. Кафедра ТЭП, Е-529
6. 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
7. 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 «Теоретическая электрохимия» предусмотрено использование электронных источников информации:

- <http://www.galvanicus.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 «Теоретическая электрохимия» 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 63 часа.

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