

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 03.10.2023 11:12:27
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 20 » сентября 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ
ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки
18.04.01 Химическая технология

Программа магистратуры
«Современные электрохимические производства»

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Технологии электрохимических производств**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		Доцент Д. В. Агафонов

Рабочая программа дисциплины «Теоретические основы электрохимической технологии»
обсуждена на заседании кафедры Технологии электрохимических производств

протокол от 18.06.2021 № 3

Заведующий кафедрой

Доцент Д. В. Агафонов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от 16.09. 2021 № 1

Председатель

доцент С.Г. Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Химическая технология»		доцент М.В. Рутто
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	06
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины	06
4.3. Занятия лекционного типа	07
4.4. Занятия семинарского типа.....	08
4.4.1. Семинары, практические занятия	08
4.4.2. Лабораторные занятия	08
4.5. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	10
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	12
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	12
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	13
10.1. Информационные технологии	13
10.2. Программное обеспечение.....	13
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	13
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	14

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Для освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<p>ПК-1 Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать, применять методы математического анализа и моделирование, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p>ПК-1.3 Способность использовать фундаментальные знания применительно к исследованию электрохимических систем</p>	<p>Знать: определение, понятие термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем (ЗН-1) ионные равновесия в растворах электролитов кислот, оснований и солей из констант кислотности (основности) и произведений растворимости; (ЗН-2) неравновесные явления и электродное равновесие в химических и электрохимических системах (ЗН-3) Уметь: составлять уравнения термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем (У-1) трактовать экспериментальные результаты с позиций различных теорий (У-2) Владеть: методами расчета количеств образующихся веществ (Н-1)</p>
<p>ПК-2 Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции</p>	<p>ПК-2.4 Способность использовать современные приборы, оборудование и методики для анализа электрохимических систем</p>	<p>Знать: механизм возникновения ЭДС электрохимических систем (ЗН-4) теорию активированного комплекса, соотношение Бренстеда-Поляни-Семёнова (ЗН-5) Уметь: находить величины ЭДС из справочных данных (У-3) грамотно пользоваться методами изучения ДЭС, методами определения скорости реакций кинетики и механизма протекания электрохимических реакций в различных условиях (У-4) выводить уравнений частных поляризационных кривых, уравнение Тафеля, Фрумкина, находить кажущиеся коэффициенты переноса, стехиометрическое число лимитирующей стадии (У-5) Владеть: методами постановки эксперимента (Н-2) математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных (Н-3)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.03) и изучается на 1 курсе в 1 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химической технологии», «Теоретические основы электрохимической технологии», «Технико-экономический анализ», «Методы проектирования производств химической технологии».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теоретические основы электрохимической технологии» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистранта и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц / академических часов)	8/288
Контактная работа с преподавателем:	188
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	144
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	72 (18)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	72 (36)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	73
Формы текущего контроля	-
Форма промежуточной аттестации	Экзамен(27)

4. Содержание дисциплины

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Обратимые и необратимые электрохимические системы: термодинамика и прохождение тока в них.	4	10	10	11	ПК-2.4
2	Равновесные и неравновесные явления в электролитах, электродное равновесие	4	10	10	16	ПК-2.4
3	Кинетика электродных реакций, понятие поляризации ее виды. Кинетические уравнения, их анализ и определение характеристик электродных реакций.	10	20	20	16	ПК-2.4
4	Кинетика выделения водорода в кислых и щелочных средах на разных металлах	8	12	12	14	ПК-2.4
5	Кинетика сложных электрохимических процессов	10	20	20	16	ПК-2.4

4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Обратимые и необратимые электрохимические системы. Определение и классификация электрохимических систем, ее составляющие и условная запись. Примеры различных систем и их применение в электрохимической технологии. Термодинамические функции состояния в электрохимии. Расчет напряжения с использованием термодинамических функций. Прохождение тока в электрохимической системе Законы Фарадея и их применение в электрохимической технологии. Перенос вещества в электролитах различного вида.	4	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p>Равновесные и неравновесные явления в электролитах Ионные равновесия в водных и неводных растворах электролитов. Диффузия в растворах электролитов. Диффузия при прохождении тока через электролит. Миграционный и диффузионный перенос ионов. Конвективный перенос. Электродное равновесие Равновесные потенциалы на границе раздела фаз. Причины возникновения, уравнение равновесного потенциала и его анализ. Выбор относительной шкалы потенциалов и запись значения потенциала в разных шкалах. Термодинамическое равновесие с растворителем.</p>	4	Лекция-беседа
3	<p>Кинетика электродных реакций, понятие поляризации ее виды. Основные понятия поляризации электродов: скорость электрохимической реакции, лимитирующая стадия реакции. Виды поляризации и поляризационных кривых. Кинетические уравнения, их анализ и определение характеристик электродных реакций. Диффузионное перенапряжение Основные уравнения диффузионного перенапряжения для стационарной диффузии с учетом миграции и их анализ. Учет конвективного переноса вещества в уравнениях диффузионного перенапряжения и их экспериментальная проверка. Кинетические уравнения, их анализ и определение характеристик электродных реакций. Электрохимическое перенапряжение Определение и анализ основных уравнений при замедленной электрохимической стадии с одновременным участием всех электронов без учета строения двойного электрического слоя.(ДЭС) Учет строения ДЭС в уравнениях электродных реакций. Определение равновесного потенциала и тока обмена из поляризационных кривых.</p>	10	Лекция-беседа
4	<p>Кинетика выделения водорода в кислых и щелочных средах Возможные механизмы реакции выделения водорода. Основные уравнения и их анализ. Влияние материала электрода и состава электролита на скорость реакции выделения водорода. Обоснование выбора материала электрода для реакции выделения водорода в различных электрохимических областях. Кинетика восстановления ионов водорода при параллельном восстановлении ионов металла. Пути снижения перенапряжения реакции выделения водорода.</p>	8	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	Кинетика выделения водорода в кислых и щелочных средах Возможные механизмы реакции выделения водорода. Основные уравнения и их анализ. Влияние материала электрода и состава электролита на скорость реакции выделения водорода. Обоснование выбора материала электрода для реакции выделения водорода в различных электрохимических областях. Кинетика восстановления ионов водорода при параллельном восстановлении ионов металла. Пути снижения перенапряжения реакции выделения водорода..	10	Лекция-беседа

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическую подготовку	
1	Примеры различных систем и их применение в электрохимической технологии. Термодинамические функции состояния в электрохимии. Расчет напряжения с использованием термодинамических функций. Равновесные потенциалы на границе раздела фаз. Причины возникновения, уравнение равновесного потенциала и его анализ. Законы Фарадея и их применение	10	2	Групповая научная дискуссия
2	Диффузия при прохождении тока через электролит. Миграционный и диффузионный перенос ионов. Конвективный перенос.	10	4	Групповая научная дискуссия
3	Виды поляризации и поляризационных кривых. Основные уравнения диффузионного перенапряжения для стационарной диффузии с учетом миграции и их анализ. Определение и анализ основных уравнений при замедленной электрохимической стадии с одновременным участием всех электронов без учета строения двойного электрического слоя.(ДЭС) Учет строения ДЭС в уравнениях электродных реакций.	20	4	Групповая научная дискуссия
4	Возможные механизмы реакции выделения водорода. Кинетика восстановления ионов водорода при параллельном восстановлении ионов металла. Пути снижения перенапряжения реакции выделения водорода.	12	4	Групповая научная дискуссия

5	Кинетика электрохимических реакций с последовательным переносом нескольких электронов. Кинетика электродных реакций при электроосаждении и электрорастворении металлов. Совместный разряд ионов при электроосаждении сплавов. Электровосстановление кислорода	20	4	Групповая научная дискуссия
---	---	----	---	-----------------------------

4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		Всего	в т.ч. на практическую под готовку	
1	Определение природы бестокового потенциала	10	4	Защита работы
2	Изучение кинетики электроосаждения и растворения металлов разной природы в различных средах	10	4	Защита работы
3	Изучение кинетики разряда ионов водорода в кислых и щелочных средах на металлах, используемых в различных областях электрохимической технологии	20	10	Защита работы
4	Определение кинетических параметров при восстановлении и ионизации кислорода на разных металлах.	12	6	Защита работы
5	Изучение влияния ПАВ на скорость осаждения металлов и их свойства.	5	3	Защита работы
	Изучение механизма и кинетики восстановления оксидов различной природы	5	3	Защита работы
	Изучение механизма и кинетики восстановления оксидов различной природы.	5	3	Защита работы
	Изучение кинетики и механизма протекания коррозионных процессов.	5	3	Защита работы

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Связь между различными аспектами прикладной электрохимии и кинетикой электродных процессов	11	
2	Методы измерения и расчет равновесного напряжения электрохимических систем. Особенности разряда-ионизации металлов из комплексных электролитов.	16	
3	Роль процессов адсорбции при протекании электродных реакций. Основные уравнения адсорбции.	16	опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
4	Наводороживание при электроосаждении.	14	опрос
5	Роль процессов кристаллизации на структуру и свойства получаемых осадков.	4	опрос
	Кинетика электродных реакций при легировании металлов..	4	опрос
	Кинетические закономерности осаждения и растворения сплавов.	4	опрос
	Подготовка к сдаче зачета и экзамена	4	

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («зачтено») освоения предусмотренных элементов компетенций. Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в виде экзамена в устной форме. К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и включает 3 вопроса из различных тем пройденного материала. Время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Результаты экзамена включаются в приложение к диплому.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

Примеры вопросов, предлагаемых на экзамене:

Вариант № 1
<ol style="list-style-type: none"> 1. Основные задачи теоретической и прикладной электрохимии и перспективы их развития. 2. Влияние природы, концентрации растворенного вещества, а также температуры и природы растворителя на электрическую проводимость электролитов 3. Уравнения полной поляризационной кривой, при больших и малых поляризациях с учетом специфической адсорбции и ψ - потенциала.

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания

1. Теоретическая электрохимия : учебник для вузов по направлению подготовки «Химическая технология» / А. Л. Ротинян, К.И. Тихонов, И.А. Шошина, А.И. Тимонов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Студент, 2013. - 496 с. – ISBN 978-5-4363-0047-4

2. Салем, Р.Р. Теоретическая электрохимия: Начала теории / Р. Р. Салем. - 2-е изд. - Москва : Вузовская книга, 2006. - 326 с. – ISBN 5-9502-0229-5
3. Шишкина, С.В. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии : учебное пособие для вузов / С. В. Шишкина, Л. И. Ковязина - 2-е изд., перераб. и доп. - Киров : ВятГУ, 2008. - 245 с. : ил. – ISBN 5-230-07354-3
4. Дамаскин, Б. Б. Электрохимия : учебник по направ. 510500 «Химия» и спец. 011000 «Химия» / Б. Б. Дамаскин, О. А. Петрий, Г. А. Цирлина. - 2-е изд., испр. и перераб. - Москва : Химия, 2008. - 670 с. : – ISBN 978-598109-064-6 («Химия»)
5. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии : учебное пособие для вузов по направлению «Химическая технология неорганических веществ и материалов» и по спец. «Машины и аппараты химических производств» направления «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов; Под ред. И. В. Семеновой. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Физматлит, 2010. - 414 с. – ISBN 978-5-9221-1234-5
6. Жук, Н. П. Курс теории коррозии и защиты металлов : учебное пособие для вузов / Н. П. Жук. - 2-е изд., стер., перепеч. с изд. 1976 г. - Москва : Альянс, 2006. - 472 с. – ISBN 5-903034-03-9
6. Шизби, П. Г. Обработка поверхности и отделка алюминия : [справочное руководство] / П. Г. Шизби, Р. Пиннер ; Издание и перевод с английского под руководством и редакцией Ю. И. Кузнецова, М. З. Локшина. - Москва : Алусил МВиТ, 2011. - ISBN 978-5-9901261-4-5. Т. 1. - 2011. - XXIII, 602 с. : - ISBN 978-5-9901261-3-8
7. Буркат, Г. К. Электроосаждение драгоценных металлов : научное издание / Г. К. Буркат. - СПб. : Политехника, 2009. - 187 с. : (Библиотечка гальванотехника ; 6-е изд. Вып. 1). – ISBN 978-5-7325-0919-9

б) электронные издания

1. Попова, А.А. Методы защиты от коррозии. Курс лекций : Учебное пособие для вузов по программе бакалавриата по направлению подготовки «Строительство» (профили «Промышленное и гражданское строительство», «Городское строительство») / А. А. Попова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 272 с. : - ISBN 978-5-8114-1721-6 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 01.04.2021). - Режим доступа: по подписке

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

1. Библиотека Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) университета - <http://bibl.lti-gti.ru>
2. Российская государственная библиотека - www.rsl.ru
3. Российская национальная библиотека - www.nlr.ru
4. Библиотека Академии наук - www.rasl.ru
5. Библиотека по естественным наукам РАН - www.benran.ru
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - www.viniti.ru
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека - www.gpntb.ru
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - elibrary.ru
9. Реферативная база данных научных публикаций Web of Science - webofknowledge.com
10. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>
11. Интернет-портал мир гальваники <http://galvanicworld.com>
12. Гальванические покрытия <http://www.galvan.ru/?q=node/63>
13. Практические пособия по гальванике <http://www.galvanicworld.com/practicals/>
14. Химические источники тока <http://www.powerinfo.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Теоретические основы электрохимической технологии» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

В ходе лекционных занятий магистранту необходимо готовить конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Провести проверку терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь.

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной работой магистрантов с рекомендованными преподавателями литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет по всем разделам дисциплины. Планирование времени для изучения дисциплины необходимо осуществлять на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо в рамках внеаудиторной самостоятельной работы регулярно дополнять сведениями из литературных источников, приведенных в разделе 7 настоящей программы. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, требующих запоминания и необходимых для освоения следующих разделов учебной дисциплины. Для расширения и углубления знаний по учебной дисциплине необходимо активно использовать информационные ресурсы сети Интернет.

Для работы на практических занятиях необходимы: проработка рабочей программы, уделив особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины, и конспектирование источников, а также изучение конспекта лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и просмотр рекомендуемой литературы.

Промежуточная аттестация по дисциплине – в конце 1 семестра в виде экзамена в устной форме (включает 3 вопроса из различных тем пройденного материала). Результаты экзамена включаются в приложение к диплому.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций, видеоматериалов;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Представление лекционного материала и проведение практических занятий:
ОС – не ниже MS Windows XP SP3
MS PowerPoint 97 и выше

10.3. Базы данных и информационные справочные системы

1. ЭБ "Библиотех" СПбГТИ(ТУ) (доступ к сайту библиотеки);
2. Информационно-справочные поисковые системы и БД в сети Интернет; ЭБС «Лань»
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - <http://elibrary.ru>

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Реализация программы учебной дисциплины не предполагает наличия специализированного учебного кабинета при условии соответствия учебных кабинетов санитарным нормам, а его оборудования – изложенным ниже требованиям:

1. Учебная аудитория на 10 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.
5. Комплект презентаций и видеофильмов по дисциплине.

Практические занятия проводятся в учебном кабинете, отвечающем санитарным нормам, а его оборудование – следующим требованиям:

1. Учебная аудитория на 10 и более мест
2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, допущенные по медицинским показаниям к обучению по направлениям подготовки 18.04.01 Химическая технология, изучают дисциплину в полном объеме. Учебный процесс осуществляется в соответствии с "Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ФГБОУ ВПО СПбГТИ(ТУ)", утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
"Теоретические основы электрохимической технологии"**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-1	Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать, применять методы математического анализа и моделирование, теоретического и экспериментального исследования	промежуточный
ПК-2	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом основных	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-1.3 Способность использовать фундаментальные знания применительно к исследованию электрохимических систем	Знает определение, понятие термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем (ЗН-1) Умеет составлять уравнения термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем (У-1) Владеет методами расчета количеств образующихся веществ (Н-1)	Ответы на вопросы № 1-8 к экзамену	Имеет представления о термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических системах	Имеет представления о термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических системах . Умеет составлять уравнения термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем;	Знает определение, понятие термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем; Умеет составлять уравнения термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем; Владеет методами расчета количеств образующихся веществ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Знает ионные равновесия в растворах электролитов кислот, оснований и солей из констант кислотности (основности) и произведений растворимости; (ЗН-2).	Ответы на вопросы №№ 26-29, к экзамену	Знает ионные равновесия в растворах электролитов	Знает ионные равновесия в растворах электролитов кислот, оснований и солей	Знает ионные равновесия в растворах электролитов кислот, оснований и солей из констант кислотности (основности) и произведений растворимости
	Знает неравновесные явления и электродное равновесие в химических и электрохимических системах (ЗН-3) Умеет трактовать экспериментальные результаты с позиций различных теорий (У-2).	Ответы на вопросы №№ 40-43, к экзамену	Имеет представление о неравновесных явлениях и электродных равновесиях в химических и электрохимических системах;	Знает о неравновесных явлениях и электродных равновесиях в химических и электрохимических системах;	Знает, неравновесные явления и электродное равновесие в химических и электрохимических системах; Умеет трактовать экспериментальные результаты с позиций различных теорий;.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-2.3 Способность использовать современные приборы, оборудование и методики для анализа электрохимических систем	Знает механизм возникновения ЭДС электрохимических систем (ЗН-4) Умеет находить величины ЭДС из справочных данных (У-3).	Ответы на вопросы №№27-28 к экзамену	Имеет представления о механизме возникновения ЭДС электрохимических систем.	Знает механизм возникновения ЭДС электрохимических систем. Умеет находить величины ЭДС из справочных данных по электродным потенциалам решать задачи	Знает механизм возникновения ЭДС электрохимических систем. Умеет находить величины ЭДС из справочных данных по электродным потенциалам решать задачи. Рассчитывать теоретические значения ЭДС
	Умеет грамотно пользоваться методами изучения ДЭС, методами определения скорости реакций кинетики и механизма протекания электрохимических реакций в различных условиях (У-4).	Ответы на вопросы №№ 11-13к экзамену	Имеет представление о методах изучения ДЭС, методах определения скорости реакций	Имеет представление о методах изучения ДЭС, методах определения скорости реакций, кинетики и механизма протекания электрохимических реакций в различных условиях	Умеет ставить эксперимент по изучению ДЭС, методам определения скорости реакций, кинетики и механизма протекания электрохимических реакций в различных условиях

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет методами постановки эксперимента (Н-2)	Ответы на вопросы 10-18 к экзамену	Имеет представление о электрохимическом эксперименте в области теоретической электрохимии	Владеет методами постановки эксперимента	Владеет и применяет на практике методы постановки эксперимента
	Знает теорию активированного комплекса, соотношение Бренстеда-Поляни-Семёнова (ЗН-5) Умеет выводить уравнений частных поляризационных кривых, уравнение Тафеля, Фрумкина, находить кажущиеся коэффициенты переноса, стехиометрическое число лимитирующей стадии (У-5)	Ответы на вопросы 11-13,30-32 к экзамену	Имеет представление о активированном комплексе (Н-2).	Знает теорию активированного комплекса, соотношение Бренстеда-Поляни-Семёнова. Умеет выводить уравнений частных поляризационных кривых, уравнение Тафеля, (Н-2).	Знает теорию активированного комплекса, соотношение Бренстеда-Поляни-Семёнова. Умеет выводить уравнений частных поляризационных кривых, уравнение Тафеля, Фрумкина, находить кажущиеся коэффициенты переноса, стехиометрическое число лимитирующей стадии. (Н-2).

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Владеет математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных (Н-3)	Ответы на вопросы №№ № 9, 20-43 к экзамену	Имеет представление о путях управления математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных	Владеет методами управления математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных	Владеет и применяет на практике методы управления математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ (ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме **экзамена**. Критерии оценивания – «удовлетворительно», «хорошо» и «отлично» приведены в таблице 2.

Оценка «не удовлетворительно» ставится, если ответ студента не передает содержание проблемы, не демонстрирует умение выделять главное, существенное, ответ носит краткий, неглубокий, поверхностный характер.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

1. Основные задачи теоретической и прикладной электрохимии и перспективы их развития.
2. Понятие электрохимической системы и их классификация. Отличие процессов, происходящих в электролизере, от таковых в химических источниках тока?
3. Какие электрохимические системы используются в качестве счетчиков количества электричества и как они называются?
4. Ионные равновесия в растворах: понятие и расчет рН, понятие буферной емкости, расчет равновесной концентрации ионов металла в комплексных электролитах.
5. Ионные равновесия в присутствии твердой фазы: определение и расчет величины рН гидроксидообразования и ее роль в электрохимических процессах.
6. Неравновесные явления в электрохимических системах: электрическая проводимость и диффузия в электролитах.
7. Механизм проводимости в электролитах различной природы: растворах, твердых телах, расплавах.
8. Влияние природы, концентрации растворенного вещества, а также температуры и природы растворителя на электрическую проводимость электролитов.
9. Конвективный перенос в растворах.
10. Термодиффузия и роль этого явления в электрохимических реакциях.
11. Причины возникновения напряжения в электрохимических системах.
12. Уравнение Гальвани-потенциала и потенциала в относительной шкале. Анализ этих уравнений.
13. Природа бестокового потенциала
14. Кинетический вывод уравнения равновесного потенциала. Изобразить графически Основные цели изучения кинетики электродных реакций. Понятие катодного и анодного перенапряжения, механизма протекания электрохимической реакции и роль лимитирующей стадии.
15. Уравнения частных катодных и анодных поляризационных кривых при замедленной электрохимической стадии
16. Уравнения полной поляризационной кривой, при больших и малых поляризациях с учетом специфической адсорбции и ψ - потенциала.
17. Физический смысл плотности тока обмена, стандартной плотности тока обмена, коэффициента переноса.
18. В каких координатах поляризационные кривые при замедленном разряде линейны при любых перенапряжениях.
19. Кинетический вывод уравнения равновесного потенциала.
20. Стадийное протекание электрохимического акта. Рассмотреть на примере осаждения и растворения металлов. Понятие истинного и кажущегося коэффициента переноса.
21. Кинетические уравнения электрохимических реакций, включающих предшествующие быстрые химические стадии (лимитирует электрохимическая стадия).
22. Основные положения и уравнения реакции выделения водорода при замедленной рекомбинации и электрохимической десорбции. Сопоставление с экспериментальными результатами.
23. Механизм реакции восстановления кислорода. Рассмотреть возможные случаи, реализованные на практике.
24. Влияние адсорбционных явлений на кинетику электроосаждения и электрорастворения металлов.
25. Термодинамика и кинетика процессов при получении электролитических сплавов.
26. Роль пассивного состояния металлов в электрохимической технологии.
27. Кинетика восстановления оксидов.

28. Определение кинетических параметров и механизма реакций из стационарных поляризационных кривых: плотности тока обмена, порядков компонентов реакции и др.
29. Основные нестационарные методы исследования кинетики и механизма протекания электродных реакций.
30. Причины возникновения двойного электрического слоя и явление адсорбции.
31. Влияние специфической адсорбции ионов на поверхностное натяжение и емкость ДЭС. Понятие потенциала нулевого заряда поверхности и методы его определения.
32. Теории строения двойного электрического слоя.
33. Влияние строения ДЭС на кинетику электродных реакций.
34. Основные уравнения диффузионного перенапряжения при стационарной диффузии. Влияние миграции и перемешивания на величину катодного предельного тока.
35. Вывод и анализ уравнений диффузионной кинетики с учетом конвективной диффузии. Проверка этих уравнений с помощью вращающегося дискового электрода.
36. Вывод и анализ уравнений смешанной кинетики (замедлена стадия переноса электрона и стадия диффузии).
37. Электрохимические реакции, включающие быстрые химические стадии.
38. Рассмотрение влияния материала электрода и состава раствора на скорость реакции выделения водорода из кислых, нейтральных и щелочных растворов с позиции теории замедленного разряда.
39. Методика снятия поляризационных кривых, измерение потенциала под током.
40. Указать какой способ может быть применен для измерения потенциала под током при исследовании одной электродной реакции: использование в качестве второго электрода электрод сравнения, помещенного в пространство с капилляром Лuggина, непосредственное измерение напряжения между исследуемым и вспомогательным электродами при условии значительно большей поверхности исследуемого электрода или когда поверхности этих электродов равны.
41. Какой метод снятия поляризационной кривой целесообразно выбрать для дальнейшей обработки их по уравнениям формальной кинетики: потенциостатический, потенциодинамический (какую выбрать скорость развертки потенциала), гальваностатический
42. Какой из металлов выбрать в качестве электрода при получении водорода в щелочной среде: золото, платину, железо, никель, свинец?
43. Какие из перечисленных приборов пригодны для измерения равновесного напряжения электрохимических систем: потенциометры, цифровые вольтметры с входным сопротивлением- $10^2; 10^{10}; 10^5$ ом, рН-метры, вольтметры, используемые для измерения напряжения при работе электролизеров разного типа.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче экзамена, студент получает билет с 3 вопросами из перечня, приведенного выше. Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

1. Положение о формах, периодичности и порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в СПбГТИ(ТУ) (Утв. Приказом ректора СПбГТИ(ТУ) от 12.12.2014 № 463).

2. СТО СПбГТИ 039-2013. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 с.

3. СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. Порядок организации и проведения зачётов и экзаменов./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.06.2015. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2015.- 45 с.