

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.07.2023 17:12:07  
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  
«23» июня 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЯ**

Направление подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**  
Направленность программы бакалавриата  
**Функциональная гальванотехника**

Квалификация  
**бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Факультет **Химии веществ и материалов**  
Кафедра **Технологии электрохимических производств**

Санкт-Петербург  
2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

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

Рабочая программа дисциплины «Теоретическая электрохимия» обсуждена на заседании кафедры Технологии электрохимических производств

протокол от 04.04.2023 № 2

Заведующий кафедрой

Доцент Д. В. Агафонов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от 18.05. 2023 № 9

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 бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<b>ПК-1</b> Способен изучать, анализировать, использовать механизмы электрохимических и химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	<b>ПК-1.1</b> Использование знаний основных естественнонаучных законов для понимания явлений протекающих в электрохимических система	<b>Знать:</b> теории строения ДЭС и его влияние на кинетику электрохимических реакций; (ЗН-1), ионные равновесия в растворах электролитов, неравновесные явления и электродное равновесие в электрохимических системах (ЗН-2) <b>Уметь:</b> рассчитать из справочных данных термодинамических функций процессов и равновесного состава (У-1) находить величины ЭДС из справочных данных по электродным потенциалам (У-2) <b>Владеть:</b> методами анализа химических процессов с позиций электрохимической теории (Н-1)
--	--	--

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.01) и изучается на 3 и 4 курсах.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Теоретические и экспериментальные методы исследования в химической технологии», «Физическая химия», «Общая и неорганическая химия».

Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе студента и при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>8/288</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>36</b>
занятия лекционного типа	12
занятия семинарского типа, в т.ч.	24
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	14
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	10
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	
другие виды контактной работы	
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>239</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	Кр 3
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет (4) Экзамен (9)

#### 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	Классификация электрохимических систем и прохождение тока в них	2			29	ПК-1
2	Ионные равновесия в растворах электролитов	2	4		30	ПК-1
3	Неравновесные явления в растворах электролитов	4	6	5	60	ПК-1
4	Электродное равновесие	2	4	5	60	ПК-1
5	Адсорбционные явления. Строение, теории и характеристики двойного электрического слоя (ДЭС)	2			60	ПК-1

##### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<b>Классификация электрохимических систем и прохождение тока в них.</b> Электрохимические системы - определение, понятие термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем. Классификация термодинамически обратимых электрохимических систем. Примеры электрохимических систем и расчет количества образующихся веществ. Счетчики количества электричества.	2	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	<p><b>Ионное равновесие в растворах электролитов.</b>  Ионные равновесия в водных и неводных растворах, расплавах. Концентрационная и термодинамическая константы равновесия. Ион-дипольное и ион-ионное взаимодействия в растворах электролитов, расплавах. Полиэлектролиты. Понятие рН, сольволиза, гидролиза, буферных свойств раствора и их роль для электрохимической технологии.  Расчет равновесной концентрации ионов. Ионное равновесие в присутствии твердой фазы. Понятие величины рН гидратообразования - расчет в зависимости от природы и концентрации соли и её роль в электрохимической технологии.</p>	2	Лекция-беседа
3	<p><b>Неравновесные явления в электролитах различного вида.</b>  Характеристики электрической проводимости электролитов - удельной и молярной. Понятие униполярной и биполярной проводимости. Электрическая проводимость индивидуальных веществ – газов, твердых тел, расплавов, а также водных, неводных растворов, твердых электролитов. Природа и механизм проводимости этих веществ. Уравнение Френкеля.  Основные теории электрической проводимости. Влияние природы, концентрации и температуры на величину электрической проводимости. Экспериментальные результаты и их трактовка с позиций различных теорий.  Диффузия и миграция ионов. Числа переноса и их зависимость от концентрации и температуры электролита. Уравнение диффузионного потенциала и методы его устранения. Конвективный поток в растворах и явление термодиффузии.</p>	4	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p>Электродное равновесие.</p> <p>Напряжение электрохимических систем – механизм возникновения и методы измерения. Уравнение Гальвани потенциала и потенциала в относительной шкале. Выбор относительной шкалы и перевод значений потенциалов из одной шкалы в другую. Электроды сравнения при измерении потенциалов любого типа и в электролитах различной природы (водные, неводные и расплавы). Термодинамика электрохимических систем – Уравнение Гиббса-Гельмгольца и расчет равновесного напряжения.</p> <p>Уравнение мембранного потенциала.</p> <p>Ионоселективные электроды – конструкция, механизм возникновения потенциала и уравнения. Градуировка ионоселективных электродов.</p> <p>Термодинамическое равновесие с растворителем. Диаграмма термодинамической устойчивости воды. Диаграммы Пурбе - принцип построения и анализ с целью определения продуктов реакции.</p>	2	Лекция-беседа
5	<p><b>Адсорбционные явления. Строение, теории и характеристики двойного электрического слоя (ДЭС)</b></p> <p>Механизм возникновения двойного электрического слоя, явления адсорбции при образовании двойного электрического слоя. неполяризуемые и идеально поляризуемые электроды. Область идеальной поляризуемости. Методы изучения ДЭС. Потенциал нулевого заряда. Первое уравнение Липпмана.</p> <p>Ёмкость двойного электрического слоя. Дифференциальная и интегральная ёмкость. Второе уравнение Липпмана. Теории строения двойного электрического слоя: Гельмгольца, Гуи - Чапмена, Штерна. Представления Грема. Современные представления о строении двойного электрического слоя на ртути и твёрдых электродах в растворах и влияние его на скорость электрохимических реакций.</p>	2	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	



2	Ионные равновесия в растворах электролитов	4	Групповая научная дискуссия
3	Неравновесные явления в растворах электролитов	6	Групповая научная дискуссия
4	Электродное равновесие	4	Групповая научная дискуссия

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в т.ч. на практическ	
2	Законы Фарадея	2,5		Защита работы
2	Определение основных характеристик исследуемых электролитов: рН, концентрации солей, рН гидратообразования, электрической проводимости.	2,5		Защита работы
4	Неравновесные явления в растворах электролитов	2,5		Защита работы
4	Измерение напряжения электрохимических систем и определение термодинамических функций химических реакций.	2,5		Защита работы

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Классификация электрохимических систем и прохождение тока в них	29	Кр № 1
2	Ионные равновесия в растворах электролитов	30	Кр № 1
3	Неравновесные явления в растворах электролитов	60	Кр № 2
4	Электродное равновесие	60	Кр № 2
5	Адсорбционные явления. Строение, теории и характеристики двойного электрического слоя (ДЭС)	60	Кр № 3

#### 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 («удовлетворительно») 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 зачета, экзамена. 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.

### **Примеры вопросов, предлагаемых на экзамене:**

#### **Вариант № 1**

1. Сформулировать закон Фарадея и следствие, вытекающее из этого закона
2. Строение ДЭС. Теория Гельмгольца.
3. Металлическую деталь с общей поверхностью  $100 \text{ см}^2$  электролитически покрывают слоем никеля толщиной  $0,3 \text{ мм}$ . Какова продолжительность электролиза при силе тока  $3 \text{ А}$ ? Плотность никеля  $9 \text{ г/см}^3$

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1.

## **7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература:**

#### **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»)

#### **б) электронные издания**

1. Хенце, Г. Полярграфия и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика / Г. Хенце; Перевод с немецкого А. В. Гармаша, А. И. Каменева под редакцией А. И. Каменева. - 4-е изд., электрон. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 287 с. - (Методы в химии). – ISBN 978-5-00101-079-1 // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 29.06.2021). - 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](http://www.rsl.ru)
3. Российская национальная библиотека - [www.nlr.ru](http://www.nlr.ru)
4. Библиотека Академии наук - [www.rasl.ru](http://www.rasl.ru)
5. Библиотека по естественным наукам РАН - [www.benran.ru](http://www.benran.ru)
6. Всероссийский институт научной и технической информации (ВИНИТИ) - [www.viniti.ru](http://www.viniti.ru)
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека - [www.gpntb.ru](http://www.gpntb.ru)
8. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - [elibrary.ru](http://elibrary.ru)
9. Реферативная база данных научных публикаций Web of Science - [webofknowledge.com](http://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 «Теоретическая электрохимия» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

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

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. 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 знания по уже изученному материалу

В ходе лекционных занятий студенту 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 бакалавров 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 виде зачета, экзамена и защиты курсовой работы (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 18.03.01 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  
«Теоретическая электрохимия»**

**1. Перечень компетенций и этапов их формирования.**

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Содержание</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-1</b>	Способен изучать, анализировать, использовать механизмы электрохимических и химических реакций, происходящих в технологических процессах и окружающем мире	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)
<p><b>ПК-1.1</b> Использование знаний основных естественнонаучных законов для понимания явлений протекающих в электрохимических системах</p>	<p>Знает: теории строения ДЭС и его влияние на кинетику электрохимических реакций; (ЗН-1), ионные равновесия в растворах электролитов, неравновесные явления и электродное равновесие в электрохимических системах (ЗН-2) Умеет: рассчитать из справочных данных термодинамических функций процессов и равновесного состава (У-1) находить величины ЭДС из справочных данных по электродным потенциалам (У-2) Владеет: методами анализа химических процессов с позиций электрохимической теории (Н-1)</p>	<p>Защита курсовой работы  Ответы на вопросы экзамену</p>	<p>Имеет представления о термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических системах Знает ионные равновесия в растворах электролитов Имеет представление о неравновесных явлениях и электродных равновесиях в химических и электрохимических системах;</p>	<p>Имеет представления о термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических системах. Умеет составлять уравнения термодинамически обратимых и термодинамически необратимых электрохимических систем; Знает ионные равновесия в растворах электролитов кислот, оснований и солей Знает о неравновесных явлениях и электродных равновесиях в химических и электрохимических системах;</p>	<p>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 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; Умеет трактовать экспериментальные результаты с позиций различных теорий;</p>

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ (ТУ): промежуточная аттестация проводится в форме зачета, экзамена и защиты

**курсовой работы.** Критерии оценивания на экзамене – «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

#### 3.1. Типовые вопросы к экзамену

1. Электрохимические системы, их составные части. Окислительно-восстановительные и электрохимические реакции. Роль электрохимических процессов в обработке металлов и других технологиях.

2. Законы Фарадея. Выход по току. Счетчики количества электричества. Весовые кулонометры. Объемные кулонометры. Титрационные кулонометры. Расход энергии и выход по энергии. Значение законов Фарадея.

3. Ионные равновесия в растворах электролитов. Механизмы прохождения электрического тока в электрохимических системах. Электролиты: сильные слабые. Электролитическая диссоциация. Степень и константа диссоциации. Ионное произведение воды. Гидролиз. Буферные растворы. Равновесие в растворах комплексных соединений. Ионные равновесия в растворах электролитов в присутствии твердой фазы. pH гидратообразования.

4. Неравновесные явления в растворах электролитов. Классификация веществ по проводимости. Электропроводность электролитов. Прохождение электрического тока через раствор. Диффузия в растворах электролитов.

5. Ток и плотность тока как характеристики скорости электрохимической реакции.

6. Теория возникновения электродного потенциала Нернста.

7. Термодинамическая трактовка равновесных электродных потенциалов. Термодинамический вывод уравнения для обратимой ЭДС и равновесного электродного потенциала. Возникновение напряжения в электрохимической цепи.

8. Классификация электродов. Электроды I рода. Электроды II рода. Сурьмяный электрод. Электроды III рода. Газовые электроды. Амальгамные электроды. Окислительно-восстановительные электроды. Простые окислительно-восстановительные системы. Сложные окислительно-восстановительные системы. Органические окислительно-восстановительные системы. Правило Лютера.

9. Ионселективные электроды. Мембранный потенциал. Стеклоквартовый электрод.

10. Стандартные электродные потенциалы и их практическое значение.

11. Термодинамическая устойчивость электродов в водных растворах. Диаграммы Пурбе. Построение диаграммы Пурбе для цинка.

12. Классификация элементов. Физические элементы (цепи). Гравитационные цепи. Аллотропические цепи. Химические элементы. Простые химические цепи. Сложные химические цепи.

13. Определение стандартного электродного потенциала и коэффициентов активности.

14. Определение константы устойчивости комплекса.

15. Классификация элементов. Концентрационные элементы. Концентрационные элементы с переносом. Концентрационные элементы без переноса. Диффузионный потенциал

16. Двойной электрический слой. Возникновение двойного электрического слоя. Строение двойного электрического слоя. Теория строения двойного электрического слоя Гельмгольца. Теория строения двойного слоя Гуи и Чапмен. Теория строения двойного слоя Штерна. Теория строения двойного слоя Грэма.

17. Электрокапиллярные кривые. Уравнения Липпмана. Влияние адсорбции на ход электрокапиллярных кривых. Зависимость дифференциальной емкости от потенциала и состава раствора. Приведенная шкала потенциалов.

#### 3.2. Типовые вопросы к контрольным работам

## Контрольная работа № 1

1. Рассчитать электрохимический эквивалент металла (в г/А·ч и г/А·с) по реакции:  
а)  $\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}$
2. Рассчитать электрохимический эквивалент (в г/А·ч и г/А·с) для каждого из исходных и конечных веществ реакции: а)  $\text{Pb} + \text{PbO}_2 + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2 \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
3. Рассчитать толщину слоя меди, осаждаемой за 1,3 ч из пиррофосфатного электролита ( $[\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2]^{6-}$ ), при плотности тока  $0,8 \text{ А/дм}^2$  и выходе по току 80%.
4. Определить расход электроэнергии для получения 400 кг электролитической меди, если выход по току 90 %, а напряжение на ванне равно 0,25 В.
5. Кулонометрическое определение тиосульфата натрия проводят титрованием электрогенерируемым йодом при контролируемой силе тока. Какова концентрация раствора тиосульфата натрия, если при электролизе 2 мл пробы током, равным 25 мА, точка эквивалентности была достигнута через 326 с?

## Контрольная работа № 2

1. Произведение растворимости гидроксида никеля  $\text{PP} = 2 \cdot 10^{-15} (\text{моль/л})^3$ . Рассчитать концентрацию ионов никеля в растворе с  $\text{pH} = 9$ .
2. Концентрационная константа диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$  в водном растворе при  $25^\circ\text{C}$  равна  $1,79 \cdot 10^{-5}$ . При какой концентрации степень диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$  равна 0,02, и чему равна концентрация ионов  $\text{OH}^-$ ?  $K_d$  приведена в моляльной концентрации.
3. Определить константу гидролиза цианида натрия и  $\text{pH}$  его водного раствора при концентрации  $0,01 \text{ моль/кг}$  и температуре  $25^\circ\text{C}$ , если ионное произведение воды и термодинамическая константа диссоциации цианистоводородной кислоты равны  $1,0 \cdot 10^{-14}$  и  $7,9 \cdot 10^{-10}$  соответственно.
4. Вычислить среднюю активность раствора, содержащего  $1 \text{ ммоль/л ZnCl}_2$  при  $298 \text{ K}$ , используя уравнения первого приближения Дебая-Гюккеля.
5. При  $18^\circ\text{C}$  удельная электрическая проводимость насыщенного раствора иодида серебра равна  $4,144 \cdot 10^{-6} \text{ См/м}$ , удельная электрическая проводимость воды  $4 \cdot 10^{-6} \text{ См/м}$ ;  $\lambda_{\text{Ag}^+} = 5,32 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$ ;  $\lambda_{\text{I}^-} = 6,68 \text{ См} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{экв}^{-1}$ . Вычислить концентрацию  $\text{AgI}$  ( $\text{кмоль/м}^3$ ) в насыщенном растворе (растворимость)
6. После электролиза раствора  $\text{CdCl}_2$ , содержащего 0,202% хлор-ионов, с кадмиевым анодом и платиновым катодом анолит массой 33,59 г содержал 0,0802 г хлор-ионов, а в серебряном кулонометре за это время выделилось 0,0666 г серебра. Найти числа переноса  $\text{Cd}^{2+}$  и  $\text{Cl}^-$ , считая, что в электродных процессах участвуют только ионы кадмия.
7. Найти константу равновесия реакции, протекающей при  $298 \text{ K}$  в гальваническом элементе, составленном из цинкового и никелевого электродов, стандартные потенциалы которых равны соответственно  $-0,763 \text{ В}$  и  $-0,250 \text{ В}$ .

## Контрольная работа № 3

1. Определить знак заряда поверхности цинкового электрода при равновесном потенциале ( $a_{\text{Zn}^{2+}} = 1$ ) и при электролизе, если потенциал под током  $E_i = -0,70 \text{ В}$ . Какого рода ПАВ можно использовать в условиях поляризации? Определить вид поляризации.  $E_N = -0,63 \text{ В}$ .

2. Определить, влияет ли ПАВ, имеющее потенциалы десорбции  $\pm 0,3$  В по приведенной шкале на электроосаждение серебра при  $E_i = -0,92$  В, если его  $E_N = -0,70$  В.

3. Электроосаждение цинка ведут при 298,2 К из раствора, содержащего 0,1 моль/л  $ZnSO_4$  и 2 моль/л  $Na_2SO_4$ , при плотности тока 1,5 А/дм<sup>2</sup>. Рассчитать толщину диффузионного слоя, если концентрация ионов цинка у поверхности катода в 4 раза меньше, чем в растворе, а коэффициент диффузии ионов цинка равен  $0,72 \cdot 10^{-5}$  см<sup>2</sup>·с<sup>-1</sup>. Условия диффузии считать стационарными.

4. Адсорбционные явления.

**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. Бакалавриат. 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.