

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 13.03.2024 13:35:02  
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  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ЭЛЕКТРОХИМИИ**

Специальность

**04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия**

Специализация

**Химия материалов**

Квалификация

**Химик. Преподаватель химии**

Форма обучения

**Очная**

**Факультет химии веществ и материалов**

**Кафедра физико-химического конструирования функциональных материалов**

Санкт-Петербург

2023

**Б1.В.13**

## **ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**

## 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.....	09
4.5. Самостоятельная работа обучающихся .....	09
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине .....	10
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации .....	10
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины .....	11
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-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы .....	13
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья .....	13
Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации...	14

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

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p><b>ПК-4</b> Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в области химии неорганических и композиционных материалов, в том числе, в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p><b>ПК-4.4</b> Способность определять способы, методы и средства решения технологических задач в области прикладной электрохимии</p>	<p><b>Знать:</b> понятия химического, электрохимического и электродного потенциалов, термодинамические и кинетические параметры процессов в электрохимических системах (ЗН-1); основы электрохимических методов исследования и области их возможного применения (ЗН-2)</p> <p><b>Уметь:</b> собрать гальванический элемент из заданных электродов, схему установки для получения вольтамперных характеристик электрохимических процессов (У-1); применять теоретические основы электрохимии для решения практических задач (У-2)</p> <p><b>Владеть:</b> методами расчета равновесных потенциалов электродов, ЭДС гальванических элементов, термодинамических параметров реакций, протекающих в гальванических элементах, теоретического выхода продуктов электролиза (Н-1); основными экспериментальными электрохимическими методами, используемыми для решения прикладных задач, с помощью современных потенциостатов в потенциодинамическом, потенциостатическом, гальванодинамическом и гальваностатическом режимах (Н-2);</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.В.13), и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Явления переноса в химии и химической технологии», «Физическая химия».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Основы теоретической и прикладной электрохимии» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе, при прохождении производственной практики, а также 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>3/ 108</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>63</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	18(-)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18(18)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	9
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>45</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	<b>Зачет</b>

#### 4. Содержание дисциплины.

##### 4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические	Лабораторные работы			
1	Термодинамика электрохимических процессов и двойной электрический слой	6	6	6	13	ПК-4	ПК-4.4
2	Кинетика электрохимических процессов	6	6	6	14	ПК-4	ПК-4.4
3	Электрохимические методы исследований и прикладная электрохимия	6	6	6	18	ПК-4	ПК-4.4

##### 4.2. Формирование индикаторов достижения компетенций разделами дисциплины

№ п/п	Код индикаторов достижения компетенции	Наименование раздела дисциплины
1	ПК-4.4	Термодинамика электрохимических процессов и двойной электрический слой. Кинетика электрохимических процессов. Электрохимические методы исследований и прикладная электрохимия

#### 4.3. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><b>Термодинамика электрохимических процессов и двойной электрический слой</b>            Электрохимические системы. Классификация электродов. Электролиз и законы Фарадея. Возникновение скачка потенциала на границе электрод-раствор. Электродный потенциал. Электроды сравнения. Уравнение Нернста. Двойной электрический слой и явления адсорбции на границе электрод-раствор. Модельные представления о строении двойного электрического слоя. Методы изучения двойного электрического слоя и адсорбции на электродах. Электрокапиллярные явления.</p>	6	ЛВ
2	<p><b>Кинетика электрохимических процессов</b>            Способы выражения скорости электрохимических реакций. Факторы, влияющие на скорость электрохимических реакций. Поляризация электрода (перенапряжение). Поляризационные кривые (вольтамперные характеристики). Теория замедленного разряда. Уравнение поляризационной кривой при замедленной электрохимической стадии (электрохимическая поляризация). Ток обмена. Уравнение Тафеля. Замедленная стадия массопереноса. Диффузионная кинетика. Уравнение поляризационной кривой при замедленной стадии диффузии (концентрационная поляризация). Конвективная диффузия и метод вращающегося диска. Смешенная кинетика.</p>	6	ЛВ
3	<p><b>Электрохимические методы и прикладная электрохимия</b>            Электрохимические методы анализа: потенциометрия, полярография, вольтамперометрия. Химические источники тока. Первичные источники тока. Вторичные источники тока – аккумуляторы. Современные виды аккумуляторов: металл-гидридные, литий-ионные аккумуляторы. Электрохимические генераторы (топливные элементы). Коррозия металлов. Химический и электрохимический механизм коррозии. Пассивация металлов. Защита от коррозии.</p>	6	ЛВ

#### 4.4. Занятия семинарского типа.

##### 4.4.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<b>Занятие 1.</b> Расчет равновесных потенциалов электродов и ЭДС электрохимических цепей. Анализ диаграммы термодинамической устойчивости воды и диаграмм Пурбе. Расчет изменения стандартных термодинамических функций и термодинамической константы равновесия реакции, протекающей в электрохимической системе.	3	-	АТД
1	<b>Занятие 2.</b> Электролиз водных растворов. Выход по току. Влияние концентрации электролита на потенциал внешней плоскости Гельмгольца. Расчет адсорбции. Определение истинной площади поверхности электрода.	3	-	МШ
2	<b>Занятие 3.</b> Поляризационные кривые, их виды. Определение скорости и механизма электрохимических реакций по поляризационным кривым.	4	-	АТД
2	<b>Занятие 4.</b> Основные закономерности диффузии ионов в растворах. Расчет скорости массопереноса	2	-	МШ
3	<b>Занятие 5.</b> Перспективы электрохимических методов для создания сенсоров <i>Доклады студентов</i>	2	-	ЗК
3	<b>Занятие 6.</b> Методы улучшения характеристик литий-ионных аккумуляторов, топливных элементов. Защита от коррозии. <i>Доклады студентов</i>	4	-	ЗК

#### 4.4.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<b>Лабораторная работа 1.</b> Определение практических и термодинамических констант диссоциации слабых электролитов. Определение истинной площади поверхности электрода по адсорбции водорода.	6	6	-
2	<b>Лабораторная работа 2.</b> Определение кинетических параметров электрохимической реакции выделения водорода. Определение кинетических параметров электрохимической реакции осаждения меди.	6	6	-
3	<b>Лабораторная работа 3.</b> Определение скорости коррозии стали и эффективности ингибитора методом поляризационных кривых.	6	6	-

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	<b>Тема 1. Термодинамика электрохимических процессов и двойной электрический слой</b> Расчет равновесных потенциалов электродов и ЭДС гальванических элементов различных типов при различных температурах. Расчет изменения термодинамических функций и константы равновесия химической реакции, протекающей в электрохимической системе.	13	Индивидуальное задание №1 Устный опрос
2	<b>Тема 2. Кинетика электрохимических процессов</b> Построение поляризационных кривых, определение лимитирующей стадии, коэффициентов уравнения Тафеля, коэффициентов диффузии.	14	Устный опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
3	<b>Тема 3. Электрохимические методы и прикладная электрохимия</b> Перспективы электрохимических методов для получения новых функциональных материалов	18	Доклад с презентацией

### 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: <https://media.technolog.edu.ru>

### 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами (заданиями).

При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

#### Вариант № 1

1. Законы Фарадея. Электрохимический эквивалент.
2. Кинетический вывод уравнения равновесного потенциала.
3. Методы защиты от коррозии.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – «зачет».

## 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 [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Студент, 2013. – 496 с. - ISBN 978-5-4363-0047-4.

2. Лукомский, Ю. Я. Физико-химические основы электрохимии: Учебник для химических и химико-технологических спец. ун-тов / Ю. Я. Лукомский, Ю. Д. Гамбург. – Долгопрудный: Интеллект, 2008. – 423 с. - ISBN 978-5-91559-007-5.

3. Физическая химия : учебное пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - СПб., 2016. - 192 с.

4. Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. – 11-е изд., испр. и перераб. – М. : «Аз-book», 2009. – 240 с. - ISBN 978-5-905034-03-0.

### б) электронные учебные издания:

1. Морачевский, А. Г. Электрохимия расплавленных солей : Учебное пособие / А. Г. Морачевский, Е. Г. Фирсова. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2023. - 176 с. - ISBN 978-5-507-47016-7 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 07.04.2023). - Режим доступа: по подписке.

2. Физическая химия : учебное пособие / Ю. П. Акулова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. физ. химии. - Электрон.текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 192 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 12.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

3. Сборник примеров и задач по электрохимии : Учебное пособие / [А. В. Введенский, Е. В. Бобринская, С. Н. Грушевская [и др.]]. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - 208 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2761-1 : // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: <https://e.lanbook.com> (дата обращения: 16.03.2022). - Режим доступа: по подписке.

5. Хенце, Г. Полярография и вольтамперометрия. Теоретические основы и аналитическая практика : учебное пособие / Г. Хенце ; перевод с немецкого А. В. Гармаша и А. И. Каменева ; художник С. Инфантэ. — 4-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 287 с. — ISBN 978-5-00101-079-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176440> (дата обращения: 25.09.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Шошина, И. А. Кинетика электроосаждения и электрорастворения металлов : методические указания к лабораторной работе / И. А. Шошина ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - 17 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

7. Шошина, И. А. Изучение электрохимической реакции выделения водорода : методические указания к лабораторной работе / И. А. Шошина, Г. С. Александрова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2015. - 17 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Использование потенциостата-гальваностата "ELINS P-20X" в электрохимических исследованиях: Практикум / Д. С. Дмитриев [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. производств. - Электрон. текстовые дан. - СПб., 2016. - 19 с. // СПбГТИ. Электронная библиотека. - URL: <https://technolog.bibliotech.ru> (дата обращения: 15.05.2023). - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

## **8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.**

Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах, таких как [www.yandex.ru](http://www.yandex.ru), [www.google.ru](http://www.google.ru), [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru), [www.yahoo.ru](http://www.yahoo.ru) и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

С компьютеров института открыт доступ к:  
<http://media.technolog.edu.ru> Учебный план, РПД и учебно-методические материалы.

Электронно-библиотечные системы:

<https://technolog.bibliotech.ru> «Электронный читальный зал – БиблиоТех»;  
<http://e.lanbook.com> - Электронно-библиотечная система издательства «Лань», коллекции «Химия» (книги издательств «Лань», «Бином»), «Нанотехнологии» (книги издательства «Бином. Лаборатория знаний»);

[www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) - eLIBRARY - научная электронная библиотека периодических изданий;

[www.scopus.com](http://www.scopus.com) - База данных рефератов Scopus издательства Elsevier;

<http://webofknowledge.com> - Универсальная реферативная база данных научных публикаций Web of Science компании Thomson Reuters;

<http://iopscience.iop.org/journals?type=archive>, <http://iopscience.iop.org/page/subjects> - Издательство ИОП (Великобритания);

[www.oxfordjournals.org](http://www.oxfordjournals.org) - Архив научных журналов издательства Oxford University Press;

<http://www.sciencemag.org/> - Полнотекстовый доступ к журналу Science (The American Association for the Advancement of Science (AAAS));

<http://www.nature.com> - Доступ к журналу Nature (Nature Publishing Group);

<http://pubs.acs.org> - Доступ к коллекции журналов Core + издательства American Chemical Society;

<http://journals.cambridge.org> - Полнотекстовый доступ к коллекции журналов Cambridge University Press.

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Все виды занятий по дисциплине «Основы теоретической и прикладной электрохимии» 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.

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.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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.

## **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;  
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

### **10.2. Программное обеспечение.**

Microsoft Office

### **10.3. Базы данных и информационные справочные системы.**

База данных журналов РИНЦ, поисковая система Google Scholar.

## **11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.**

**Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран, проектор, компьютер.

### **Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа.**

Основное оборудование: столы; стулья; доска; демонстрационный экран; проектор; компьютер; специализированная мебель, рН-метр рН-121, электрические мешалки RD-25, вакуумный шкаф SPT-200, магнитные мешалки ММ-4, реостаты, милливольтметр ВС-4-12, сушильный шкаф, весы ВЛР-200, регулируемый прибор питания "Агат», вольтметр В7-58/2, вольтметр цифровой Щ-1413, амперметр М1104.

### **Помещение для самостоятельной работы.**

Основное оборудование: столы; стулья; проектор; экран; компьютеры с доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по  
дисциплине «Основы теоретической и прикладной электрохимии»**

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

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-4	Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в области химии неорганических и композиционных материалов, в том числе, в рамках прикладных НИР и НИОКР	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-4.4</b> Способность определять способы, методы и средства решения технологических задач в области прикладной электрохимии</p>	<p>Дает определения электрохимического и электродного потенциала, <b>рассказывает</b> о причинах возникновения скачка потенциала на границе электрод-раствор, <b>перечисляет</b> законы Фарадея, <b>выводит</b> уравнение Нернста, <b>называет</b> основные причины использования фонового электролита в электрохимической системе, <b>рассказывает</b> об основных теориях строения двойного электрического слоя, <b>дает определение</b> понятиям электрохимической кинетики, <b>записывает формулы</b> уравнения Тафеля и Батлера-Фольмера, <b>называет</b> основные виды поляризации (ЗН-1)</p>	<p>Правильные ответы на вопросы №1-27 к зачету</p>	<p>Дает определения электрохимического и электродного потенциала, рассказывает о причинах возникновения скачка потенциала на границе электрод-раствор, перечисляет законы Фарадея, выводит уравнение Нернста, называет основные причины использования фонового электролита в электрохимической системе, рассказывает об основных теориях строения двойного электрического слоя, дает определение понятиям электрохимической кинетики, записывает формулы уравнения Тафеля и Батлера-Фольмера, называет основные виды</p>	<p>Дает определения электрохимического и электродного потенциала, рассказывает о причинах возникновения скачка потенциала на границе электрод-раствор, перечисляет законы Фарадея, выводит уравнение Нернста, называет основные причины использования фонового электролита в электрохимической системе, рассказывает об основных теориях строения двойного электрического слоя, дает определение понятиям электрохимической кинетики, записывает формулы уравнения Тафеля и Батлера-Фольмера, называет основные виды</p>	<p>Дает определения электрохимического и электродного потенциала, рассказывает о причинах возникновения скачка потенциала на границе электрод-раствор, перечисляет законы Фарадея, выводит уравнение Нернста, называет основные причины использования фонового электролита в электрохимической системе, рассказывает об основных теориях строения двойного электрического слоя, дает определение понятиям электрохимической кинетики, записывает формулы уравнения Тафеля и Батлера-Фольмера, называет основные виды поляризации. Может применить эти знания</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
			поляризации с ошибками.	поляризации с помощью наводящих вопросов.	для решения своих научно-исследовательских задач.
	<b>Приводит примеры</b> использования различных электрохимических методов для аналитических и исследовательских задач, <b>правильно выбирает</b> метод для определения активности, константы равновесия, коэффициента диффузии или тока обмена (ЗН-2)	Правильные ответы на вопросы №34-38 к зачету	С ошибками приводит примеры использования различных электрохимических методов для аналитических и исследовательских задач. Путается при выборе метода для определения активности, константы равновесия, коэффициента диффузии или тока обмена	Приводит примеры использования различных электрохимических методов для аналитических и исследовательских задач и выбирает метод для определения активности, константы равновесия, коэффициента диффузии или тока обмена с небольшими ошибками.	Без ошибок приводит примеры использования различных электрохимических методов для аналитических и исследовательских задач. Уверенно выбирает метод для определения активности, константы равновесия, коэффициента диффузии или тока обмена ), сравнивает и анализирует.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	<b>Определяет</b> типы электродов и способы подключения электрохимических ячеек, <b>анализирует</b> вольтамперограммы обратимых и необратимых систем (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 2,5,6,9,36 к зачету	С ошибками определяет типы электродов и способы подключения электрохимических ячеек. Путается при анализе вольтамперограмм обратимых и необратимых систем	Определяет типы электродов и способы подключения электрохимических ячеек с небольшими подсказками преподавателя. анализирует вольтамперограммы обратимых и необратимых систем с небольшими ошибками	Уверенно и без ошибок определяет типы электродов и способы подключения электрохимических ячеек. Способен самостоятельно анализировать вольтамперограммы обратимых и необратимых систем
	<b>Поясняет</b> использование стационарных и нестационарных электрохимических методов, <b>извлекает</b> необходимую информацию из поляризационных кривых; <b>сравнивает</b> между собой различные химические источники тока и методы защиты от коррозии (У-2)	Правильные ответы на вопросы № 28-38 к зачету	Имеет представление о стационарных и нестационарных электрохимических методах, извлекает необходимую информацию из поляризационных кривых. Сравнивает между собой различные химические источники тока и методы защиты от коррозии с ошибками	Поясняет использование стационарных и нестационарных электрохимических методов, извлекает необходимую информацию из поляризационных кривых, Сравнивает между собой различные химические источники тока и методы защиты от коррозии с помощью наводящих вопросов	Хорошо разбирается в использовании стационарных и нестационарных электрохимических методов, извлекает необходимую информацию из поляризационных кривых. Самостоятельно сравнивает между собой различные химические источники тока и методы защиты от коррозии, анализирует

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					их достоинства и недостатки.
	<b>Демонстрирует</b> навыки расчета равновесных потенциалов электродов, ЭДС гальванических элементов, термодинамических параметров реакций, протекающих в гальванических элементах, теоретического выхода продуктов электролиза (Н-1)	Правильные ответы на вопросы № 1,2, 4-9 к зачету	Слабо ориентируется в расчетах равновесных потенциалов электродов, ЭДС гальванических элементов, термодинамических параметров реакций, протекающих в гальванических элементах, теоретического выхода продуктов электролиза	Демонстрирует навыки расчетов равновесных потенциалов электродов, ЭДС гальванических элементов, термодинамических параметров реакций, протекающих в гальванических элементах, теоретического выхода продуктов электролиза с небольшими ошибками.	Без ошибок демонстрирует навыки расчетов равновесных потенциалов электродов, ЭДС гальванических элементов, термодинамических параметров реакций, протекающих в гальванических элементах, теоретического выхода продуктов электролиза.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
	Демонстрирует навыки использования электрохимических методов, для решения прикладных задач, с помощью современных потенциостатов (Н-2)	Правильные ответы на вопросы № 28-38 к зачету	Имеет слабые навыки использования электрохимических методов, для решения прикладных задач, с помощью современных потенциостатов.	Демонстрирует навыки использования электрохимических методов, для решения прикладных задач, с помощью современных потенциостатов с небольшими ошибками	Демонстрирует уверенные навыки использования электрохимических методов, для решения прикладных задач, с помощью современных потенциостатов.

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):

Шкала оценивания на зачете – «зачет», «незачет». При этом «зачет» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенций.

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации** **Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента** **по компетенции ПК-4:**

1. Понятие электрохимической системы и их классификация с точки зрения протекания химической реакции.
2. Законы Фарадея. Электрохимический эквивалент.
3. Причины возникновения скачка потенциала на границе раздела фаз. Определение потенциала, а также Гальвани-потенциала, поверхностного, внешнего и Вольта-потенциала.
4. Электрохимический потенциал и выражение для скачка потенциала на границе металл-раствор его соли
5. Электродный потенциал. Выбор относительной шкалы потенциалов и электроды сравнения.
6. Напряжение гальванического элемента, уравнение Нернста.
7. Влияние температуры, рН и равновесий в растворе на электродный потенциал. Диаграммы Пурбэ.
8. Причины возникновения мембранного потенциала и его уравнение.
9. Стекланный электрод и его селективность.
10. Причины возникновения двойного электрического слоя и явление адсорбции.
11. Основные характеристики двойного электрического слоя: потенциал, заряд поверхности, емкость.
12. Электрокапиллярные явления на ртути. Уравнения Липпмана.
13. Емкость двойного электрического слоя.
14. Теории строения двойного электрического слоя.
15. Выражение для скорости электрохимической реакции.
16. Виды поляризации, определяемые природой лимитирующей стадии.
17. Теория замедленного разряда. Теория Батлера-Фольмера
18. Уравнения полной поляризационной кривой при замедленной электрохимической стадии, при больших и малых поляризациях.
19. Физический смысл плотности тока обмена, коэффициента переноса.
20. Уравнение Тафеля и его анализ.
21. Кинетический вывод уравнения равновесного потенциала.
22. Основные виды процессов массопереноса. Общее уравнение Нернста-Планка.
23. Миграция и ее влияние на величину тока электрохимической реакции.
24. Диффузия, законы Фика, стационарная диффузия и понятие предельного диффузионного тока.
25. Поляризационные кривые при замедленной стадии стационарной диффузии
26. Конвективная диффузия, метод вращающегося дискового электрода
27. Смешанная кинетика (замедлена стадия переноса электрона и стадия диффузии). Вид поляризационных кривых.
28. Химический и электрохимический механизм коррозии.
29. Методы защиты от коррозии.
30. Пассивация металлов.
31. Первичные источники тока.
32. Вторичные источники тока – аккумуляторы.
33. Литий-ионные аккумуляторы.
34. Электрохимические генераторы (топливные элементы).
35. Электрохимические методы анализа. Потенциометрия.
36. Электрохимические методы анализа. Вольтамперометрия.
37. Электрохимические методы анализа. Полярография.
38. Электрохимические сенсоры.

При сдаче зачета студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.  
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

**4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, шкала оценивания – «зачтено» (если достигнут «пороговый» уровень освоения всех элементов компетенции), «не зачтено».