

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
Должность: Проректор по учебной и методической работе  
Дата подписания: 29.06.2023 11:00:25  
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**  
**ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Направление подготовки  
**18.03.01 Химическая технология**  
Направленность программы бакалавриата  
**Прикладная электрохимия**

Квалификация  
**бакалавр**

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 «Технологии электрохимических производств» 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 бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

<p><b>ПК-2</b> 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><b>ПК-2.1</b> Знание современных основ электрохимического осаждения металлов и сплавов</p>	<p><b>Знать:</b> основные типы процессов используемых в широком спектре электрохимических производств, электролиз водных сред, электролиз расплавов (ЗН-1) <b>Уметь:</b> разрабатывать технологические схемы электрохимических процессов, применяемых в электролизе растворов, электролизе расплавов и производстве химических источников тока (У-1) <b>Владеть:</b> навыками оформления технологических регламентов электрохимических процессов (Н-1)</p>
<p><b>ПК-4</b> Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p><b>ПК-4.3</b> Знание технологии производства основных химических веществ</p>	<p><b>Знать:</b> виды и типы электролизёров (ЗН-1) <b>Уметь</b> определять оптимальные параметры электрохимических процессов (У-1) <b>Владеть:</b> методами оптимизации процессов (Н-1)</p>
	<p><b>ПК-4.5</b> Ведение технического и документального сопровождения электрохимических производств</p>	<p><b>Знать:</b> основные свойства мембран, ионообменные и ионоселективные мембраны (ЗН-2) <b>Уметь</b> о ионоселективных электродах.(ЗН-3) <b>Владеть:</b> электролиза (Н-2) методами расчета процессов (Н-3)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательного отношений (Б1.В.05) и изучается на 4 курсе в 7 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 «Технологии электрохимических производств» 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, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	<b>10/ 360</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>224</b>
занятия лекционного типа	54
занятия семинарского типа, в т.ч.	144
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (9)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	108 (54)
курсовое проектирование (КР или КП)	18
КСР	8
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>100</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	КР, экзамен 36

## 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
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Гидроэлектрометаллургия. Электрорафинирование меди, никеля. Электроэкстракция цинка	10	6	27	20	ПК-2.1 ПК-4.3
2	Электролиз без выделения металлов. Получение водорода и кислорода электролизом воды. Получение хлора и щелочи. Получение пероксодисерной кислоты	10	6	27	20	ПК-4.3 ПК-4.4
3	Электролиз расплавов. Получение алюминия	10	6		20	ПК-2.1 ПК-4.3
4	Методы анодной обработки поверхности	10	6	27	14	ПК-2.1 ПК-4.3
5	Электрохимический синтез неорганических и органических веществ.	10	6	27	14	ПК-4.3 ПК-4.4
6	Перспективы развития электрохимических производств.	4	6		12	ПК-4.3 ПК-4.4

### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. часы	Инновационная форма
1	Гидроэлектрометаллургия. Электрорафинирование меди, никеля. Электроэкстракция цинка Теоретические предпосылки электрохимического получения металлических порошков. Технологи получения медного порошка	10	Лекция-беседа
2	Электролиз без выделения металлов. Получение газов электролизом водных растворов Теоретические основы получения простых веществ электролизом без выделения металла. Производство водорода и кислорода электролизом воды. Выбор условий электролиза. Моно- и биполярные электролизёры. Технологическая схема получения водорода. Перспективы развития технологии в связи с проблемой водородной энергетики. Производство хлора и щёлочи методами диафрагменного электролиза, мембранного электролиза, бездиафрагменного электролиза с ртутным катодом. Теория, технология, электролизёры. Перспективы развития альтернативных методов	10	Лекция-беседа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
3	Получение металлов электролизом расплавов. Характерные особенности электролиза расплавленных сред, преимущества и недостатки. Свойства расплавов. Получение алюминия электролизом криолито-глинозёмного расплава. Теория процесса, оптимальные условия электролиза, варианты электролизёров. Обзор электрохимических методов получения натрия	10	Лекция-беседа
4	Методы анодной обработки поверхности. Электрохимическое оксидирование металлов, механизм процесса. Электрохимическое полирование металла, Основные закономерности и технологические условия. Электрохимическая размерная обработка металла, сущность процесса и технологические условия	10	Лекция-беседа
5	Электрохимический синтез неорганических и органических веществ. Теоретические основы электросинтеза. Особенности электросинтеза органических соединений. Производство пероксида водорода электролизом серной кислоты. Теория, технология, электролизёр. Обзор методов электросинтеза других неорганических окислителей. Электросинтез адипонитрила и себациновой кислоты. Выбор условий электролиза, особенности технологии.	10	Лекция-беседа
6	Перспективы развития электрохимических производств.	4	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 том числе практическая подготовка)	
1	Гидроэлектрометаллургия. Электрорафинирование меди, никеля. Электроэкстракция цинка Теоретические предпосылки электрохимического получения металлических порошков. Технологи получения медного порошка	6	1,5	вебенап
2	Производство водорода и кислорода электролизом воды. Выбор условий электролиза. Моно- и биполярные электролизёры. Технологическая схема получения водорода. Перспективы развития технологии в связи с проблемой водородной энергетики. Производство хлора и щёлочи методами диафрагменного электролиза, мембранного электролиза, бездиафрагменного электролиза с ртутным катодом. Теория, технология, электролизёры.	6	1,5	вебенап
3	Получение металлов электролизом расплавов. Характерные особенности электролиза	6	1,5	вебенап

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Иновационная форма
		Всего	(в том числе практиче ская подготов ка)	
	расплавленных сред, преимущества и недостатки. Свойства расплавов. Получение алюминия электролизом криолито-глинозёмного расплава. Теория процесса, оптимальные условия электролиза, варианты электролизёров. Обзор электрохимических методов получения натрия			
4	Методы анодной обработки поверхности. Электрохимическое оксидирование металлов, механизм процесса. Электрохимическое полирование металла, Основные закономерности и технологические условия. Электрохимическая размерная обработка металла, сущность процесса и технологические условия	6	1,5	вебенар
5	Электрохимический синтез неорганических и органических веществ. Теоретические основы электросинтеза. Особенности электросинтеза органических соединений. Производство пероксида водорода электролизом серной кислоты. Теория, технология, электролизёр. Обзор методов электросинтеза других неорганических окислителей. Электросинтез адипонитрила и себаценовой кислоты.	6	1,5	вебенар
6	Перспективы развития электрохимических производств.	6	1,5	вебенар

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		Всего	(в том числе практическая подготовка)	
1	Гидроэлектрометаллургия	27	14	Защита отчета
2	Электролиз без выделения металлов	27	14	Защита отчета
4	Методы анодной обработки поверхности	27	13	Защита отчета
5	Электрохимический синтез неорганических и органических веществ.	27	13	Защита отчета

#### 4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Условия получения хлоратов и перхлоратов электролизом хлорида натрия Электросинтез твёрдых окислителей из водных растворов электролитов	20	Опрос



№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Перспективы развития методов получения хлора электролизом хлорида натрия	20	Опрос
3	Сравнение методов электроэкстракции и электрорафинирования. Получение никеля, свинца	20	Опрос
4	Толстослойное и тонкослойное оксидирование алюминия.	14	Опрос
5	Электрорафинирование металлов электролизом расплавов. Получение щелочных и щелочно-земельных металлов.	14	Опрос
6	Перспективы развития электрохимических производств	12	Опрос

### **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>

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 конце 1 семестра в виде экзамена и защиты КР. 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	
1.	Устройство и условия эксплуатации диафрагменного электролизера для получения хлора и щелочи.
2.	Влияние ПАВ на свойства гальванических покрытий. Примеры
3.	Устройство и принцип работы щелевого электролизера для получения пероксодисерной кислоты.

## 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
7. Агафонов, Д.В. Никель-кадмиевые аккумуляторы : Практикум / Д. В. Агафонов, М. А. Микрюкова, Н. В. Евреинова ; СПбГТИ(ТУ). Кафедра технологии электрохимических производств. - СПб. : [б. и.], 2016. - 16 с.
8. Микрюкова, М. А. Литий-ионные аккумуляторы и суперконденсаторы : Практикум / М. А. Микрюкова, Д. В. Агафонов, Н. В. Евреинова ; СПбГТИ(ТУ). Кафедра технологии электрохимических производств. - СПб. : [б. и.], 2016. - 37 с.
9. 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 : Алюсил МВиТ, 2011. - ISBN 978-5-9901261-4-5. Т. 1. - 2011. - XXIII, 602 с. : - ISBN 978-5-9901261-3-8
10. 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. Хенце, Г. Полярография 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.
2. 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
3. Козадеров, О. А. Современные химические источники тока : учебное пособие по основным образовательным программам высшего образования уровня магистратура и специалитет / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 3-е изд., испр. - Санкт-Петербург : Лань,

2021. - 132 с. – ISBN 978-5-8114-2121-3 : // 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](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 «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.

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 багаж знаний и вопросов 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 студентов 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.

## **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  
"Технологии электрохимических производств"**

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

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Содержание</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-2</b>	Способен принимать конкретные технические решения при разработке технологических процессов, выбирать технические средства и технологии с учетом основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции	промежуточный
<b>ПК-4</b>	Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	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-2.1 Знание современных основ электрохимического осаждения металлов и сплавов	<p><b>Знать:</b> основные типы процессов используемых в широком спектре электрохимических производств, электролиз водных сред, электролиз расплавов (ЗН-1)</p> <p><b>Уметь:</b> разрабатывать технологические схемы электрохимических процессов, применяемых в электролизе растворов, электролизе расплавов и производстве химических источников тока (У-1)</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оформления технологических регламентов электрохимических процессов (Н-1)</p>	<p>Ответы на вопросы к экзамену №15-48</p>	<p>Знает основные типы процессов используемых в широком спектре электрохимических производств, электролиз водных сред, электролиз расплавов</p>	<p>Умеет разрабатывать технологические схемы электрохимических процессов, применяемых в электролизе растворов, электролизе расплавов и производстве химических источников тока</p>	<p>Владеет навыками оформления технологических регламентов электрохимических процессов</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
<b>ПК-4.3</b> Знание технологии производства основных химических веществ.	Знает виды и типы электролизёров (ЗН-1) Умеет определять оптимальные параметры электрохимических процессов (У-1) Владеет методами оптимизации процессов (Н-1)	Ответы на вопросы № 1-15 к экзамену	Имеет представления о типах электролизёров	Имеет представления о типах электролизёров. Знает режимы их работы	Имеет представления о типах электролизёров. Знает режимы их работы. Владеет методами оптимизации процессов
<b>ПК-4.5</b> Ведение технического и документального сопровождения электрохимических производств	Знает основные свойства мембран, ионообменные и ионоселективные мембраны (ЗН-2) Знает о ионоселективных электродах.(ЗН-3) методами влияния режима электролиза (Н-2) методами расчета процессов (Н-3)	Ответы на вопросы №№ 3-8,14	Имеет представления о мембранных процессах в электрохимии	Знает основные свойства мембран, ионообменные и ионоселективные мембраны	Знает основные свойства мембран, ионообменные и ионоселективные мембраны . Знает о ионоселективных электродах. Умеет калибровать ионоселективные электроды

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 Технологическая схема получения водорода электролизом воды.
- 2 Особенности процесса электролиза расплава
- 3 Технологическая схема получения хлора и щелочи с применением диафрагменных электролизеров.
- 4 Электролит и электроды при получении хлора и щелочи в диафрагменном электролизере.
- 5 Характеристика комплексных электролитов в гальванотехнике.
- 6 Основные и побочные реакции при электросинтезе пероксодисерной кислоты.
- 7 Первичные реакции при получении хлора и щёлочи в диафрагменном электролизере.
- 8 Влияние скорости циркуляции электролита на выход по току хлора и щелочи в диафрагменном электролизере.
- 9 Теория процесса электрорафинирования алюминия.
- 10 Рассеивающая способность электролитов.
- 11 Обоснование температуры электролита и плотности тока при получении водорода электролизом воды.
- 12 Теория экстракции цинка электролизом из сульфатного электролита.
- 13 Выбор температуры и плотности тока для хлорного диафрагменного электролизера.
- 14 Электродные реакции при электролизе криолитоглиноземного расплава. Побочные процессы, включая анодный эффект.
- 15 Характеристика простых электролитов в гальванотехнике. Выбор гальванического покрытия.
- 16 Закономерности электрокристаллизации металла.
- 17 Выбор температуры расплава, плотности тока и криолитового отношения при получении алюминия электролизом.
- 18 Структура гальванического осадка, основные закономерности.
- 19 Электродные процессы при электролизе воды. Механизм образования газообразного водорода.
- 20 Теория процесса электрохимического оксидирования алюминия.
- 21 Роль плотности тока, температуры и циркуляции электролита при электроэкстракции цинка.
- 22 Электрохимическое полирование металла. Теория процесса, преимущества и недостатки метода.
- 23 Перспективы развития производства водорода электролизом воды.
- 24 Обоснование и свойства электролита для получения алюминия из криолитоглиноземного расплава.
- 25 Перспективы развития производства хлора и щелочи альтернативными методами (ДЭ, РЭ, МЭ).
- 26 Обоснование плотности тока, состава и температуры электролита при электрорафинировании меди.
- 27 Получение водорода электролизом воды под давлением.
- 28 Технологические варианты никелирования.
- 29 Электрорафинирование и электроэкстракция металлов, характерные особенности. Примеры.
- 30 Влияние технологических факторов на выход по току металла при электролизе расплава.
- 31 Влияние ПАВ на свойства гальванических покрытий. Примеры
- 32 Свойства гальванических покрытий, влияние структуры осадка.
- 33 Теория электрорафинирования меди. Поведение примесей.
- 34 Побочные реакции при получении хлора и щелочив диафрагменном электролизере.

- 35 Пути повышения равномерности толщины гальванического осадка.
- 36 Обоснование электролита и электродов при получении водорода электролизом воды.
- 37 Обоснование плотности тока, концентрации и температуры электролита при электросинтезе пероксодисерной кислоты.
- 38 Выбор состава и концентраций электролита при электроэкстракции цинка из сульфатного электролита.
- 39 Устройство и принцип работы фильтрпрессного (биполярного) электролизера для электролиза воды.
- 40 Устройство и эксплуатация электролизной ванны для электроэкстракции цинка.
- 41 Устройство и условия эксплуатации электролизера для электрорафинирования алюминия.
- 42 Устройство и условия эксплуатации диафрагменного электролизера для получения хлора и щелочи.
- 43 Устройство и принцип работы электролизной ванны для электрорафинирования меди.
- 44 Устройство и варианты конструкции гальванической ванны.
- 45 Устройство и условия эксплуатации мембранного электролизера для получения хлора и щелочи.
- 46 Устройство и условия эксплуатации электролизера с обожженными анодами для получения алюминия.
- 47 Устройство и принцип работы щелевого электролизера для получения пероксодисерной кислоты.
- 48 Устройство и условия эксплуатации электролизной ванны для электроэкстракции цинка.

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. 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.