

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



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

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

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ ЭНЕРГЕТИКА**

Направление подготовки  
**18.04.01 Химическая технология**

Программа магистратуры  
**«Современные электрохимические производства»**

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**Очная**

Факультет **Химии веществ и материалов**

Кафедра **Технологии электрохимических производств**

Санкт-Петербург

2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Заведующий кафедрой		Профессор А.А. Малыгин

Рабочая программа дисциплины «Электрохимическая энергетика» обсуждена на заседании кафедры химической нанотехнологии и материалов электронной техники

протокол от 18.06.2021 № 3

Заведующий кафедрой

Доцент Д.В. Агафонов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов

протокол от 16.09. 2021 № 1

Председатель

доцент С.Г. Изотова

## СОГЛАСОВАНО

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

## СОДЕРЖАНИЕ

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

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

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

<p><b>ПК-1</b> Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать, применять методы математического анализа и моделирование, теоретического и экспериментального исследования</p>	<p><b>ПК-1.1</b> Способность использовать знания о катодных и анодных материалах для создания высокоёмких батарей</p>	<p><b>Знать:</b> общие принципы устройства ХИТ (ЗН-1) разновидности конструкций и материалов, конструктивные особенности элементных и аккумуляторных батарей (ЗН-2) классификацию ХИТ, основные электрические и эксплуатационные характеристики, области применения (ЗН-3)  <b>Уметь:</b> формулировать круг практических задач, которые можно решить с помощью электрохимической энергетики (У-1).  <b>Владеть:</b> оборудованием технологий производства высокоёмких батарей (Н-1)</p>
<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> Способность использовать современные приборы, оборудование и методики для реализации различных технологий при создании производства электрохимически активных материалов</p>	<p><b>Знать:</b> методические особенности и оборудование для создания высокоёмких батарей (ЗН-4)  <b>Уметь:</b> проводить экспериментальные исследования с использованием технологического оборудования, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты (У-2)  <b>Владеть:</b> методическими приемами реализации намазки катодов и анодов (Н-2) математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных (Н-3)</p>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электрохимическая энергетика» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.01) и изучается на втором году обучения в 3 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, полученных в ходе обучения по программам бакалавриата по направлению подготовки 18.03.01 при изучении курсов «Технология ХИТ», «Физическая химия» и «Технология электрохимических производств».

Полученные в результате освоения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы магистрантами при выполнении магистерских диссертаций по тематике, связанной с разработкой и внедрением современных гальванических производств и химических источников тока.

## 3. Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b> (зачетных единиц/ академических часов)	5/ 180
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>76</b>
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	54 (13)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	4
другие виды контактной работы	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>77</b>
<b>Форма текущего контроля</b> (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
<b>Форма промежуточной аттестации</b> (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен 27

#### 4. Содержание дисциплины

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Теория ХИТ. Общие вопросы конструкции. ХИТ Классификация, характеристики и применение ХИТ	2	4	-	5	ПК-1, 2
2	Суперконденсаторные системы	4	14	-	12	ПК-1, 2
3	Элементы с водным электролитом других систем	2	6	-	10	ПК-1, 2
4	Элементы с неводным электролитом.	2	6	-	10	ПК-1, 2
5	Резервные элементные батареи	2	6	-	10	ПК-1, 2
6	Топливные элементы	2	6	-	10	ПК-1, 2
7	Литий-ионный аккумулятор	2	6	-	10	ПК-1, 2
8	Химические источники тока будущего	2	6	-	10	ПК-1, 2

##### 4.2. Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Введение. Теория ХИТ. Общие вопросы конструкции. ХИТ Классификация, характеристики и применение ХИТ	2	Лекция-беседа
2	Суперконденсаторные системы	4	Лекция-беседа
3	Элементы с водным электролитом других систем	2	Лекция-беседа
4	Элементы с неводным электролитом.	2	Лекция-беседа
5	Резервные элементные батареи	2	Лекция-беседа
6	Топливные элементы	2	Лекция-беседа
7	Литий-ионный аккумулятор	2	Лекция-беседа
8	Химические источники тока будущего	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	
1	Содержание и структуры курса. Место химических источников тока (ХИТ) в экономике страны. Этапы развития ХИТ. Характеристика аккумуляторной и элементной промышленности в РФ. Термины и определения. Механизм разряда химического источника тока, термодинамика ХИТ. Электрохимическая обратимость систем. Введение в теорию пористого электрода. Пористый электрод как система с распределенными параметрами. Электрохимическая эффективность электрода в процессе разряда и ее оценка.	4	1	Групповая научная дискуссия
2	Технические требования, предъявляемые к конструкции ХИТ. Основные элементы конструкции, разновидности электродов и сепараторов типы электролита. Конструктивные особенности элементов и аккумуляторов. Батареи. Классификационные признаки системы классификации. Электрические и эксплуатационные характеристики. Области применения ХИТ.	4	1	Групповая научная дискуссия
3	Теория солевых и щелочных МЦ элементов. Сущность твердофазного механизма разряда положительного электрода. Реакции разряда и саморазряда в зависимости от рН электролита. Пути снижения саморазряда цинкового электрода. Устройство цилиндрических и плоских МЦ элементов, их преимущества и недостатки. Влияние температуры и режима разряда на разрядные характеристики. Основные принципы технологии производства, солевых и щелочных МЦ элементов цилиндрической конструкции. Система обозначений. Области применения. Перспектива развития.	4	1	Групповая научная дискуссия
4	Ртутно-цинковые, серебряно-цинковые, воздушно-цинковые элементы. Реакции разряда и саморазряда. Варианты конструкции. Разрядные характеристики. Преимущества и недостатки, сравнительный анализ. Области применения, перспектива развития.	4	1	Групповая научная дискуссия

5	Основы теории литиевых элементов с апротонным электролитом. Свойства апротонного электролита. Реализованные электрохимические системы, их теоретические предпосылки. Варианты конструкции литиевых элементов. Электрические и эксплуатационные характеристики, отличительные особенности. Области применения, перспективы развития.	4	1	Групповая научная дискуссия
6	Общая характеристика активируемых источников тока резервного типа. Классификация резервных батарей. Водоактивируемый элемент магний - хлорид меди (I). Основные и побочные реакции при разряде и саморазряде. Устройство, принцип работы, характеристики. Преимущества и недостатки батареи типа "Маячок" по сравнению с водоактивируемыми батареями других систем. Ампульные батареи. Теоретические предпосылки, устройство и принцип действия. Реализованные электрохимические системы. Сравнительные электрические характеристики. Тепловые источники тока. Устройство, принцип действия, характеристики, преимущества и недостатки.	4	2	Групповая научная дискуссия
7	Теоретические предпосылки и отличительные особенности топливного элемента. Условия протекания электрохимических процессов в газодиффузионных электродах. Классификация по видам анодного активного вещества, по температурному режиму работы и другим признакам. Функциональная схема электрохимического генератора.	6	2	Групповая научная дискуссия
8	Теория двойной сульфатации. Основные реакции при разряде и заряде. Роль твердофазного и жидкофазного механизмов разряда. Явления, лимитирующие процесс разряда. Саморазряд свинцового аккумулятора, пути снижения саморазряда. Варианты конструкции свинцовых аккумуляторов и батарей, система обозначения. Стартерные батареи. Обоснование оптимальной конструкции. Выбор концентрации электролита. Зарядно-разрядные характеристики. Факторы, влияющие на емкость аккумулятора. Ресурс и срок службы. Правила эксплуатации. Краткая технологическая схема производства стартерных батарей, применяемые материалы. Теория и методы формирования пластин. Малоуходные и безуходные (герметизированные) свинцовые батареи. Перспектива развития свинцовых аккумуляторов.	6	1	Групповая научная дискуссия



9	Классификация щелочных аккумуляторов, области применения и масштабы производства. Никель-кадмиевые аккумуляторы. Основные реакции и механизм электродных процессов. Зарядно-разрядные характеристики. Ламельные и безламельные аккумуляторы, преимущества и недостатки. Герметичный НК аккумулятор, варианты конструкции и принцип работы. Условия, обеспечивающие герметичность. Правила эксплуатации. Серебряно-цинковые аккумуляторы. Реакции при заряде, разряде и саморазряде. Устройство, особенности конструкции электродов. Зарядно-разрядные характеристики, ресурс и срок службы.	6	1	Групповая научная дискуссия
10	Теория литий-ионного аккумулятора (ЛИА). Аноды ЛИА. Катоды ЛИА. Новые системы ЛИА. Перспективы развития ЛИА.	6	1	Групповая научная дискуссия
11	Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы в области создания новых ХИТ. Перспективные электрохимические системы и возможности их практической реализации.	6	1	Групповая научная дискуссия

#### 4.3.2. Лабораторные занятия

Учебным планом не предусмотрены

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1, 8	Вычисляется э.д.с. гальванического элемента. Требования, которым должен удовлетворять гальванический элемент. Основные элементы конструкции ХИТ. Саморазряд. Особенности эксплуатации элементов и батарей.	19	опрос
2, 7, 4	Классификация щелочных элементов и аккумуляторов. Устройство ртутно-цинковых, серебряно-цинковых элементов. Никель-железные аккумуляторы. Основные реакции и механизмы электродных процессов при заряде и разряде. Конструкция ламельного аккумулятора. Зарядно-разрядные характеристики в зависимости от токовой нагрузки и температуры. Саморазряд, пути его снижения. Правила эксплуатации. Краткая технологическая схема производства. Сравнительная оценка характеристик щелочных аккумуляторов, их преимущества и недостатки, перспективы развития. Определяются области применения различных систем аккумуляторов	19	опрос
6, 3, 5	Топливные элементы. Перспективы развития. Основные недостатки. Кислородно-водородный	39	опрос

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
	топливный элемент. Основные и побочные реакции. Варианты конструкции. Электрические и эксплуатационные характеристики. Области применения и перспективы развития.		

### **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 проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются двумя теоретическими вопросами.

При сдаче экзамена, студент получает два вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене:

#### Вариант № 1

1. Водородная энергетика на основе электрохимических генераторов
2. Современное оборудование заводов по производству ЛИА

### **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. 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»)

4. 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.

5. 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.

#### **б) электронные издания**

1. 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.ras.ru](http://www.ras.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 проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

1. СТО СПбГТИ(ТУ) 039-2013. Магистратура. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2013.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2013.- 25 с.
2. СТП СПбГТИ 040-02. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.07.2002.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2002.- 7 с.
3. СТО СПбГТИ(ТУ) 018-2014. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2014.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2014.- 16 с.
4. СТП СПбГТИ 048-2009. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению./ СПбГТИ(ТУ).- Введ. с 01.01.2010.- СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2009.- 6 с.
5. 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.

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

Аудиторная часть курса должна сопровождаться интенсивной самостоятельной

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

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

Промежуточная аттестация по дисциплине – в виде экзамена в устной форме (включает 2 вопроса из различных тем пройденного материала). Результаты экзамена включаются в приложение к диплому.

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

### **10.1. Информационные технологии.**

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

1. Учебная аудитория на 10 и более мест

2. Персональный компьютер.
3. Мультимедиа-проектор (разрешение не хуже 1024×758).
4. Стационарный или переносной проекционный экран.

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

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

**Фонд оценочных средств  
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине  
«Электрохимическая энергетика»**

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

<b>Индекс компетенции</b>	<b>Содержание</b>	<b>Этап формирования</b>
<b>ПК-1</b>	Способен планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать, применять методы математического анализа и моделирование, теоретического и экспериментального исследования	промежуточный
<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

## 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)
<b>ПК-1.1</b> Способность использовать знания о катодных и анодных материалах для создания высокоёмких батарей	<p><b>Знает:</b> общие принципы устройства ХИТ (ЗН-1) разновидности конструкций и материалов, конструктивные особенности элементных и аккумуляторных батарей (ЗН-2) классификацию ХИТ, основные электрические и эксплуатационные характеристики, области применения (ЗН-3)</p> <p><b>Умеет:</b> формулировать круг практических задач, которые можно решить с помощью электрохимической энергетики (У-1).</p> <p><b>Владеет:</b> оборудованием технологий производства высокоёмких батарей (Н-1)</p>	Ответы на вопросы №№ 1-8	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие принципы устройства ХИТ</li> <li>- общие конструкции ХИТ;</li> <li>- основные области применения ХИТ</li> </ul> <p><b>Умеет:</b> выделять основные задачи электрохимической энергетики</p> <p><b>Владеет:</b> основным оборудованием технологий производства ХИТ</p>	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические и химические принципы, лежащие в работы ЛИА и СК;</li> <li>- разновидности конструкций и материалов, используемых в ХИТ;</li> <li>- основные электрические и эксплуатационные характеристики;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b> выделять и решать основные задачи электрохимической энергетики</p> <p><b>Владеет:</b> навыками работы на оборудовании производства ХИТ</p>	<p><b>Знает и применяет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- физические и химические принципы, лежащие в основе работы ЛИА и СК;</li> <li>- разновидности конструкций и материалов, конструктивные особенности элементных и аккумуляторных батарей;</li> <li>- эксплуатационные характеристики, области применения</li> </ul> <p><b>Умеет:</b> выделять и решать основные задачи электрохимической энергетики</p> <p><b>Владеет:</b> навыками работы на оборудовании производства ХИТ</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-2.1</b> Способность использовать современные приборы, оборудование и методики для реализации различных технологий при создании производства электрохимически активных материалов	<b>Знает:</b> методические особенности и оборудование для создания высокоёмких батарей (ЗН-4) <b>Умеет:</b> проводить экспериментальные исследования с использованием технологического оборудования, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты (У-2) <b>Владеет:</b> методическими приемами реализации намазки катодов и анодов (Н-2) математическим аппаратом обработки и анализа экспериментальных данных (Н-3)	Ответы на вопросы №№ 8-15 к экзамену	Имеет представления о методических особенностях и оборудовании для реализации различных технологий при разработке ХИТ Умеет проводить экспериментальные исследования с использованием технологического оборудования и обрабатывать полученные результаты Владеет основными методиками изготовления ХИТ и обработкой экспериментальных данных	Знает методические особенности и оборудование для реализации различных технологий при создании новых ХИТ Умеет проводить экспериментальные исследования с использованием технологического оборудования, обрабатывать, анализировать полученные результаты Владеет основными методиками изготовления ХИТ, обработкой и анализом экспериментальных данных	Знает методические особенности и оборудование для реализации различных технологий при создании новых ХИТ, включая оптимизационные методы Умеет проводить экспериментальные исследования с использованием технологического оборудования, обрабатывать, анализировать и корректно интерпретировать полученные результаты Владеет основными методиками изготовления ХИТ, обработкой, анализом и корректировкой экспериментальных данных



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

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

### **3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации**

#### **а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции**

1. Методы синтеза литий-металлоксидных катодных материалов
2. Оливинообразные катодные материалы для ЛИА их синтез и электрохимические свойства
3. Водородная энергетика на основе электрохимических генераторов
4. Стационарные аккумуляторные батареи в локальных и сетевых энергетических системах
5. Замедленная диффузия в твёрдой фазе, как лимитирующая стадия в заряде/разряде ХИТ
6. Наноструктурированные электродные материалы
7. Основные направления развития современной технологии ХИТ
8. Электролиты для литиевых и литий-ионных систем
9. Проблема окна термодинамической устойчивости электролитов
10. Сравнительный анализ эксплуатационных характеристик стартерных и стационарных аккумуляторных батарей (АБ).
11. Перспективы развития стационарных АБ на базе ЛИА
12. Развитие конструкций ХИТ за весь период их существования.
13. Современное оборудование заводов по производству ЛИА
14. Суперконденсаторы (СК) с водным и неводным электролитом
15. Применение суперконденсаторов в различных областях техники

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

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

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