

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 29.09.2023 09:45:58
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
«27» марта 2019 г.

Рабочая программа дисциплины (модуля)
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В
ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ ЭНЕРГИИ

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность программы магистратуры
Физическая химия и химия твердого тела

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет химии веществ и материалов

Кафедра физической химии

Санкт-Петербург

2019

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент Черепкова И.А.

Рабочая программа дисциплины дисциплины «Физико-химические процессы в электрохимических преобразователях энергии» обсуждена на заседании кафедры физической химии,
протокол от «05» 02 2019 № 6
Заведующий кафедрой

С.Г.Изотова

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химии веществ и материалов
протокол от «21» 03 2019 № 6

Председатель

С.Г.Изотова

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С.Г.Изотова
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.....	06
3. Объем дисциплины	06
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	07
4.2. Занятия лекционного типа.....	08
4.3. Занятия семинарского типа.....	10
4.3.1. Семинары, практические занятия	10
4.3.2. Лабораторные занятия.....	11
4.4. Самостоятельная работа.....	12
4.5. Темы индивидуальных заданий.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	13
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	18
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	18
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	18
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	19
10.1. Информационные технологии.....	19
10.2. Программное обеспечение.....	19
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	19
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	19
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	19

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

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

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

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	ПК-1.В.09.1 Выбор электрохимических методов исследования процессов в электрохимических преобразователях энергии	Знать: области применения потенциметрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования; Уметь: рассчитывать электрические характеристики и моделировать электрохимический процесс в исследуемой системе Владеть: методами анализа влияния различных факторов на электрические характеристики исследуемого электрохимического преобразователя энергии
ПК-2 Способен проводить поиск научной информации в выбранной области химии и/или смежных наук	ПК-2.В.09.1 Научные журналы, материалы конференций базы данных и патенты по проблемам разработки новых и совершенствованию существующих электрохимических преобразователей энергии	Знать периодические журналы, материалы научных конференций, базы данных и патенты по разработке новых и совершенствованию существующих электрохимических преобразователей энергии Уметь систематизировать сведения о разработке новых электрохимических преобразователей энергии Владеть навыками поиска необходимых источников информации

¹ Содержание и номер компетенции в точности соответствует ФГОС ВО и отображается в матрице компетенций для конкретной дисциплины

² Код индикатора присваивается руководителем направления подготовки, отображается в матрице компетенции и доводится разработчиком РПД. Повторение кодов индикаторов для конкретной компетенции, реализуемой разными дисциплинами, не допускается

³ Дескрипторы переносятся из матрицы компетенций без смены формулировок

Код и наименование компетенции ¹	Код и наименование индикатора достижения компетенции ²	Планируемые результаты обучения (дескрипторы) ³
<p>ПК-3 Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>ПК-3.В.09.1 Определение электрических характеристик электрохимических преобразователей энергии</p>	<p>Знать: емкостные, мощностные и эксплуатационные характеристики химических источников тока и суперконденсаторов Уметь: рассчитывать мощность, отдаваемую энергию, коэффициент полезного действия, коэффициент использования активных веществ, и другие характеристики электрохимических преобразователей энергии Владеть: методами выбора оптимальных электрических и ресурсных характеристик в зависимости от цели использования электрохимического преобразователя энергии</p>
	<p>ПК-3. В.09.2 Оценка перспективы практического применения результатов исследования</p>	<p>Знать: области возможного применения исследуемого электрохимического преобразователя энергии Уметь: сопоставить и оценить преимущества исследуемого в работе электрохимического преобразователя энергии по сравнению с другими системами Владеть: данными о перспективах развития исследований в области совершенствования существующих и разработке новых электрохимических преобразователей энергии</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Физико-химические процессы в электрохимических преобразователях энергии» отношений (Б1.В.09), относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры и изучается на втором курсе, в четвертом семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Физическая химия», «Физика твердого тела», «Уравнения математической физики», «Физическая химия поверхностных явлений и наноматериалов», «Химические и фазовые равновесия в многокомпонентных системах», «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Физико-химические процессы в электрохимических преобразователях энергии» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплины при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	72
занятия лекционного типа	22
занятия семинарского типа, в т.ч.	44
семинары, практические занятия	22
лабораторные работы	22
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	36
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Индивидуальные задания
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

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 занятия	Лабораторные работы			
1	Электрохимические преобразователи энергии	4	2	-	2	ПК-1 ПК-2	ПК-1.В.09.1 ПК-2.В.09.1
2	Химические источники тока (ХИТ)	4	4	6	6	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.В.09.1 ПК-2.В.09.1 ПК-3.В.09.1
3	Термодинамика и кинетика процессов в химических источниках тока	2	2	-	2	ПК-2	ПК-2.В.09.1
4	Физико-химические процессы переноса в жидких и твердых ионных, протонных и электронных проводниках	2	2	-	4	ПК-2	ПК-2.В.09.1
5	Литий-ионные аккумуляторы	2	2	6	6	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.В.09.1 ПК-2.В.09.1 ПК-3.В.09.1
6	Топливные элементы	2	2	6	6	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.В.09.1 ПК-2.В.09.1 ПК-3.В.09.1
7	Суперконденсаторы	2	2	6	4	ПК-1 ПК-2 ПК-3	ПК-1.В.09.1 ПК-2.В.09.1 ПК-3.В.09.1
8	Перспективы развития электрохимических преобразователей энергии	2	4	-	6	ПК-2	ПК-2.В.09.1

Д.6.22 22 22

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p>Электрохимические преобразователи энергии</p> <p>История создания и общая характеристика электрохимических преобразователей энергии. Роль электрохимических преобразователей энергии в энергетике и энергосбережении. Области применения. Электрические характеристики: напряжение, разрядные характеристики, емкость, энергия и мощность. Эксплуатационные характеристики.</p>	4	ЛВ ⁴
2	<p>Химические источники тока (ХИТ)</p> <p>Классификации химических источников тока (ХИТ). Первичные ХИТ: марганцево-цинковый элемент (МЦ), воздушно-цинковый элемент (ВЦ), серебряно-цинковый (СЦ) литиевые элементы (ЛЭ), водоактивируемые ХИТ, высокотемпературные ХИТ. Вторичные ХИТ – аккумуляторы: свинцовый, никель-железный и никель-кадмиевый, серебряно-цинковый.</p>	4	ЛВ
3	<p>Термодинамика и кинетика процессов в химических источниках тока</p> <p>Электродвижущая сила и напряжение ХИТ. Термодинамические функции, характеризующие процессы в ХИТ: изменение энтальпии, энтропии и энергии Гиббса. Кинетика анодных и катодных процессов в ХИТ. Кинетика процессов в пористых структурах. Электрокатализ.</p>	2	ЛВ

⁴ **Примеры образовательных технологий, способов и методов обучения** (с сокращениями): традиционная лекция (Л), лекция-визуализация (ЛВ), проблемная лекция (ПЛ), лекция – пресс-конференция (ЛПК), занятие – конференция (ЗК), тренинг (Т), дебаты (Д), мозговой штурм (МШ), мастер-класс (МК), «круглый стол» (КрСт), активизация творческой деятельности (АТД), регламентированная дискуссия (РД), дискуссия типа форум (Ф), деловая и ролевая учебная игра (ДИ, РИ), метод малых групп (МГ), занятия с использованием тренажеров, имитаторов (Тр), компьютерная симуляция (КтСм), использование компьютерных обучающих программ (КОП), интерактивных атласов (ИА), посещение врачебных конференции, консилиумов (ВК), участие в научно-практических конференциях (НПК), съездах, симпозиумах (Сим), учебно-исследовательская работа студента (УИРС), проведение предметных олимпиад (О), подготовка письменных аналитических работ (АР), подготовка и защита рефератов (Р), проектная технология (ПТ), экскурсии (Э), дистанционные образовательные технологии (ДОТ).

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<p>Физико-химические процессы переноса в жидких и твердых ионных, протонных и электронных проводниках</p> <p>Процессы переноса в жидких и твердых ионных, протонных и электронных проводниках. Водные и неводные жидкие электролиты. Расплавленные электролиты. Твердофазные электролиты. Матричные электролиты</p>	2	ЛВ
5	<p>Литий-ионные аккумуляторы</p> <p>Основные электрохимические процессы в литиевых аккумуляторах. Интеркаляция и деинтеркаляция. Конструкции литий-ионных аккумуляторов. Материалы положительного электрода. Материалы отрицательного электрода. Электролиты.</p>	2	ЛВ
6	<p>Топливные элементы</p> <p>Принцип работы. Классификация. Основные физико-химические процессы в топливных элементах (ТЭ). Электроды ТЭ: пористые газодиффузионные электроды, порошковые и суспензионные электроды, жидкие электроды. Электрохимические генераторы на основе ТЭ. Классификация. Коэффициент полезного действия.</p>	2	ЛВ
7	<p>Суперконденсаторы</p> <p>Принцип работы. Конструкции и типы. Электрические характеристики. Роль в электросбережении.</p>	2	ЛВ
8	<p>Перспективы развития электрохимических преобразователей энергии</p> <p>Сравнительная характеристика химических источников тока различных видов Гибридные батареи. Разработка новых систем для электрохимических преобразователей энергии</p>	2	ЛВ

Д.6. 22

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Электрохимические преобразователи энергии Законы Фарадея. Зарядные и разрядные электрические характеристики: напряжение, емкость, энергия и мощность. Коэффициенты отдачи по емкости и по энергии. Точные и приближенные расчеты. Эксплуатационные характеристики.	2	АТД
2	Химические источники тока Расчет электрических характеристик, активных масс и саморазряда различных видов химических источников тока	4	АТД
3	Термодинамика и кинетика электрохимических процессов в химических источниках тока Расчет термодинамических функций реакции, протекающей в химическом источнике тока. Расчет ЭДС, максимальной электрической работы и коэффициент полезного действия ХИТ	2	АТД
4	Физико-химические процессы переноса в жидких и твердых ионных, протонных и электронных проводниках Расчет электрической проводимости растворов, расплавов и твердых электролитов	2	АТД
5	Литий-ионные аккумуляторы Разработка новых электродных материалов и полимерных электролитов для литий ионных аккумуляторов	2	ЗК
6	Топливные элементы Биологические топливные элементы (БТЭ). Твердооксидные топливные элементы. Бесмембранные и бескамерные твердооксидный топливные элементы	2	ЗК
7	Суперконденсаторы Разработка новых перспективных материалов для суперконденсаторов	2	ЗК
8	Перспективы развития электрохимических преобразователей энергии	4	ЗК

Д.6. 22

4.3.2. Лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Химические источники тока Исследование разрядных характеристик кислотного или щелочного аккумулятора. Определение рабочего напряжения, разрядной емкости и работы аккумулятора. Влияние разрядного тока на электрические характеристики аккумулятора	6	УИРС
5	Литий-ионные аккумуляторы Исследование зарядных и разрядных характеристик литий-ионного аккумулятора. Определение рабочего напряжения, зарядной и разрядной емкости, энергии, отдачи по емкости и по энергии, оценка работоспособности аккумулятора	6	УИРС
6	Топливные элементы Изучение методики изготовления электродов топливного элемента из углеродных материалов и сборки мембранно-электродного блока. Исследование вольтамперной характеристики топливного элемента, расчет мощности и электрического КПД топливного элемента. Определение количество платинового катализатора в активной массе электрода топливного элемента методом циклической вольтамперметрии.	6	УИРС
7	Суперконденсаторы Изучение методики изготовления электродов суперконденсатора из углеродных материалов. Исследование зарядных и разрядных характеристик суперконденсатора.	6	УИРС

Д.б. 22

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Электрохимические преобразователи энергии Виды электрохимических преобразователей энергии. Области их применения	2	Устный опрос
2	Химические источники тока Классификация химических источников тока. Сравнительные электрические характеристики первичных элементов и аккумуляторов. Эксплуатационные характеристики химических источников тока. Саморазряд и диаграмма термодинамической устойчивости воды.	6	Индивидуальное расчетное задание №1. Устный опрос
3	Термодинамика и кинетика процессов в химических источниках тока Расчет термодинамических функций реакции, протекающей в химическом источнике тока. Расчет ЭДС и максимальной электрической работы химического источника тока. Электрокатализ.	2	Индивидуальное расчетное задание №2. Устный опрос
4	Физико-химические процессы переноса в жидких и твердых ионных, протонных и электронных проводниках Твердофазные электролиты. Матричные электролиты.	4	Устный опрос
5	Литий-ионные аккумуляторы Конструкции литий-ионных аккумуляторов	6	Устный опрос
6	Топливные элементы Электрохимические генераторы на основе ТЭ. Классификация. Коэффициент полезного действия.	6	Устный опрос
7	Суперконденсаторы Применение проводящих полимерных материалов для модификации электродов двойнослойных суперконденсаторов	4	Устный опрос
8	Перспективы развития электрохимических преобразователей энергии Технология CALCIUM PLUS. AGM технология. GEL технология.	6	Устный опрос

4.5 Темы индивидуальных заданий

Индивидуальное задание №1 – Расчет активной массы электродов, электрических характеристик и саморазряда химических источников тока

1. Кадмиево-железная активная масса для электродов щелочного аккумулятора изготавливается смешением 96 кг оксида кадмия, 112 кг оксида железа (III) и 6,3 кг солярового масла. Сколько такой массы необходимо заложить в отрицательный электрод, который должен иметь фактическую ёмкость 30 А·ч. Коэффициент использования кадмия

62 %, а железа 30 %. Определить долю отдельных компонентов активной массы в токообразующем процессе.

2. Батарея свинцовых аккумуляторов заряжалась током 6 А в течение 14 часов при среднем напряжении 6,8 В. При разряде током 6,5 А батарея отдала свою ёмкость за 10 часов 30 минут при среднем напряжении 5,95В. Определить отдачу батареи по току и по энергии.

3. Ёмкость свежезаряженного щелочного аккумулятора равна 80,3 А·ч. После месячного бездействия в заряженном состоянии ёмкость аккумулятора составила 63,4 А·ч. Определить саморазряд аккумулятора.

Индивидуальное задание №2 – Расчет ЭДС и максимальной электрической работы электрохимической системы. Оценка возможности использования ее в качестве химического источника тока.

Могут ли приведенные гальванические элементы быть использованы в качестве химических источников тока

Вариант	Гальванический элемент
1	$Zn ZnCl_2 NiCl_2 Ni$
2	$Cd CdSO_4 HgSO_4 Hg$
3	$Cd Cd(OH)_2 KOH Ni(OH)_2 Ni$

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.

К зачету допускаются студенты, сдавшие все индивидуальные и лабораторные работы.

При сдаче зачета, студент получает тест, время выполнения теста 30 мин.

Пример теста:

Тест по дисциплине

«Физико-химические процессы в электрохимических преобразователях энергии»

Задание 1. Максимальная оценка 3 балла

Заполните пропуск в тексте

К электрохимическим преобразователям энергии относятся следующие источники тока _____

Задание 2. Максимальная оценка 2 балла

Выберите правильные ответы

Химические источники тока являются:

- 1. Гальваническими элементами.*
- 2. Системами, в которых протекают окислительно-восстановительные химические реакции.*
- 3. Системами, в которых энергия химической реакции преобразуется в электрическую.*

Задание 3. Максимальная оценка 2 балла

Выберите правильные ответы

В химических источниках тока анодом называется:

- 1. Отрицательный электрод*
- 2. Положительный электрод*
- 3. Электрод, на котором происходит реакция окисления*
- 4. Электрод, на котором происходит реакция восстановления*

Задание 4. Максимальная оценка 2 балла

Выберите правильные ответы

В химических источниках тока катодом называется:

- 1. Электрод, на котором происходит реакция окисления*
- 2. Электрод, на котором происходит реакция восстановления*
- 3. Отрицательный электрод*
- 4. Положительный электрод*

Задание 5. Максимальная оценка 2 балла

Выберите правильные ответы

Какие из приведенных ниже гальванических элементов могут быть использованы в качестве химических источников тока

- $\text{Zn} \mid \text{ZnCl}_2 \parallel \text{NiCl}_2 \mid \text{Ni}$
- $\text{Zn} \mid \text{ZnSO}_4 \parallel \text{CuSO}_4 \mid \text{Cu}$
- $\text{Cd} \mid \text{CdSO}_4 \mid \text{HgSO}_4 \mid \text{Hg}$
- $\text{Cd} \mid \text{Cd(OH)}_2 \mid \text{KOH} \mid \text{Ni(OH)}_2 \mid \text{Ni}$

Задание 6. Максимальная оценка 6 баллов

Установите последовательность возрастания напряжения разомкнутой цепи химических источников тока:

- A Свинцово-кислотный аккумулятор*
- B Никель-кадмиевый аккумулятор*
- C Литий-ионный аккумулятор*
- D Марганцево-цинковый элемент*
- E Водоактивируемый резервный источник тока $\text{Mg} - \text{AgCl}$*
- F Топливный элемент*

Задание 7. Максимальная оценка 1 балл

Выберите правильный ответ

Тепловой эффект реакции, протекающей в химическом источнике тока нельзя рассчитать по уравнению:

1. $\Delta_r H = \Delta_r G + T\Delta_r S$
2. $\Delta_r G = -zFE$
3. $\Delta_r H = -zFE + zFT\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_p$
4. $\Delta_r H = zF\left[T\left(\frac{\partial E}{\partial T}\right)_p - E\right]$

Задание 8. Максимальная оценка 5 баллов

Установите соответствие между характеристикой химического источника тока (ХИТ) и расчетной формулой

1	Емкость аккумулятора	<i>A</i>	$U_{cp}I_{p}t_p$
2	Энергия, отдаваемая ХИТ	<i>B</i>	$I_{p}t_p$
3	Удельная энергия	<i>C</i>	W_p / W_3
4	Коэффициент отдачи по энергии	<i>D</i>	C_p / C_3
5	Коэффициент отдачи по емкости	<i>E</i>	W / m

Задание 9. Максимальная оценка 1 балл

Заполните пропуск в тексте

При понижении температуры емкость аккумулятора _____

Задание 10. Максимальная оценка 1 балл

Выберите правильный ответ

При увеличении разрядного тока емкость аккумулятора

1. Увеличивается
2. Уменьшается
3. Не изменяется

Задание 11. Максимальная оценка 2 балла

Заполните пропуск в тексте

Эксплуатационными _____ характеристиками _____ аккумулятора являются _____

Задание 12. Максимальная оценка 1 балл

Выберите правильный ответ

Причиной саморазряда химического источника тока является:

1. Короткое замыкание анода и катода
2. Замыкание электродов на постоянное сопротивление
3. Взаимодействие активных веществ электродов с компонентами электролита и электрода

Задание 13. Максимальная оценка 2 балла

Выберите правильные ответы

В топливном элементе в качестве топлива используются:

1. Углеродные материалы
2. Водород
3. Органические окислители
4. Органические восстановители

Задание 14. Максимальная оценка 2 балла

Выберите правильные ответы

Какие из перечисленных металлов могут быть использованы в газовых электродах

1. Ni
2. Cu
3. Pb
4. Pt
5. Pd
6. Sn

Задание 15. Максимальная оценка 4 балла

Установите соответствие между рН раствора электролита, природой электрода и его стандартным потенциалом

1	- 0,826 В	A	Водородный электрод, рН = 0
2	0, В	B	Кислородный электрод, рН = 0
3	+ 0,401 В	C	Водородный электрод, рН = 14
4	+1,230 В	D	Кислородный электрод, рН = 14

Задание 16. Максимальная оценка 2 балла

Выберите правильный ответ

При разряде литий ионного аккумулятора на отрицательном электроде происходит реакция

1. $\text{LiCoO}_2 \rightarrow \text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + xe^-$
2. $\text{C} + x\text{Li}^+ + xe^- \rightarrow \text{CLi}_x$
3. $\text{CLi}_x - xe^- \rightarrow \text{C} + x\text{Li}^+$
4. $\text{Li}_{1-x}\text{CoO}_2 + x\text{Li}^+ + xe^- \rightarrow \text{LiCoO}_2$

Задание 17. Максимальная оценка 2 балла

Заполните пропуск в тексте

Интеркаляцией в литий-ионном аккумуляторе называется _____

Задание 18. Максимальная оценка 6 баллов

Установите соответствие между электродом химической реакцией протекающей при заряде или разряде свинцово-кислотного аккумулятора:

1	Реакция при заряде на положительном электроде	<i>A</i>	$\text{PbSO}_4 + \text{H}^+ + 2\text{e} \rightarrow \text{Pb} + \text{HSO}_4^-$
2	Реакция при заряде на отрицательном электроде	<i>B</i>	$\text{Pb} + \text{HSO}_4^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}^+ + 2\text{e}$
3	Реакция при разряде на положительном электроде	<i>C</i>	$\text{PbO}_2 + \text{HSO}_4^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
4	Реакция при разряде на отрицательном электроде	<i>D</i>	$\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{HSO}_4^- + 3\text{H}^+ + 2\text{e}$
5	Суммарная реакция при заряде	<i>E</i>	$\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
6	Суммарная реакция при разряде	<i>F</i>	$\text{PbSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2\text{H}_2\text{SO}_4$

Задание 19. Максимальная оценка 6 баллов

Установите соответствие между электродом химической реакцией протекающей при заряде или разряде никель-кадмиевого аккумулятора

1	Реакция при заряде на положительном электроде	<i>A</i>	$\text{Cd} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^-$
2	Реакция при заряде на отрицательном электроде	<i>B</i>	$\text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^-$
3	Реакция при разряде на положительном электроде	<i>C</i>	$\text{Cd}(\text{OH})_2 + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cd} + 2\text{OH}^-$
4	Реакция при разряде на отрицательном электроде	<i>D</i>	$\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{OH}^- \rightarrow \text{NiOOH} + \text{H}_2\text{O} + \text{e}^-$
5	Суммарная реакция при заряде	<i>E</i>	$2\text{NiOOH} + \text{Cd} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Cd}(\text{OH})_2$
6	Суммарная реакция при разряде	<i>F</i>	$2\text{Ni}(\text{OH})_2 + \text{Cd}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{NiOOH} + \text{Cd} + 2\text{H}_2\text{O}$

Задание 20. Максимальная оценка 3 балла

Заполните пропуск в тексте

Суперконденсатор отличается от других электрохимических преобразователей энергии тем, что _____

Максимальная сумма баллов за тест - 55

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 – оценка «удовлетворительно»⁵.

⁵ Для промежуточной аттестации в форме зачёта – «зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Агафонов, Д.В. Никель-кадмиевые аккумуляторы : Практикум / Д. В. Агафонов, М. А. Микрюкова, Н. В. Евреинова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2016. - 16 с. : ил. - Библиогр.: с. 15.
2. Микрюкова, М.А. Литий-ионные аккумуляторы и суперконденсаторы : Практикум / М. А. Микрюкова, Д. В. Агафонов, Н. В. Евреинова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2016. - 37 с.

б) электронные учебные издания⁶:

1. Козадеров, О.А. Современные химические источники тока : Учебное пособие / О. А. Козадеров, А. В. Введенский. - 3-е изд., испр. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2018. - 132 с.
2. Агафонов, Д.В. Никель-кадмиевые аккумуляторы : Практикум / Д. В. Агафонов, М. А. Микрюкова, Н. В. Евреинова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - СПб. : [б. и.], 2016. - 16 с. : ил. - Библиогр.: с. 15.
3. Микрюкова, М.А. Литий-ионные аккумуляторы и суперконденсаторы : Практикум / М. А. Микрюкова, Д. В. Агафонов, Н. В. Евреинова ; СПбГТИ(ТУ). Каф. технологии электрохим. пр-в. - Электрон. текстовые дан. - СПб. : [б. и.], 2016. - 37 с.
4. 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.

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

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы: <http://media.technolog.edu.ru>

Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>

Справочно-информационный портал «Научная электронная библиотека»: <http://elibrary.ru>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов» 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

⁶ В т.ч. и методические пособия

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 обеспечение⁷.

Microsoft Office (Microsoft Excel); Open Office.

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы⁸.

Для проведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники, на 15 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используются учебные и учебно-научные лаборатории кафедры физической химии, оснащенные необходимыми установками и приборами и реактивами.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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.

⁷ В разделе отображаются комплекты лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для обеспечения дисциплины

⁸ В разделе отображается состав помещений, которые представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой по дисциплине, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Термодинамика и кинетика электрохимических процессов»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание ⁹	Этап формирования ¹⁰
ПК-1	Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	промежуточный
ПК-2	Способен проводить поиск научной информации в выбранной области химии и/или смежных наук	промежуточный
ПК-3	Способен на основе критического анализа результатов НИР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	промежуточный

⁹ **Жирным шрифтом** выделяется та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты не выделяются).

¹⁰ Этап формирования компетенции выбирается по п. 2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие)

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)
			«зачтено»
ПК-1.В.09.1 Выбор электрохимических методов исследования в электрохимических преобразователях энергии	Называет области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы № 1 - 17 к зачету	Перечисляет области применения потенциометрических, кондуктометрических, вольтамперометрических, импедансометрических методов исследования
	Определяет электрические характеристики и моделирует электрохимический процесс в исследуемой системе (У-1)	Правильные ответы на вопросы № 18-19 к зачету	Излагает последовательность расчета электрических характеристик и моделирует электрохимический процесс в исследуемой системе

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено»
	Выполняет задания анализа влияния различных факторов на электрические характеристики исследуемого электрохимического преобразователя энергии (Н-1)	Правильный ответ на вопрос № 20 к зачету	Показывает влияние различных факторов на электрические характеристики исследуемого электрохимического преобразователя энергии
ПК-2.В.09.1 Научные журналы, материалы конференций, базы данных и патенты по проблемам разработки новых и совершенствовании существующих электрохимических преобразователей энергии	Перечисляет периодические журналы, материалы научных конференций, базы данных и патенты по разработке новых и совершенствовании существующих электрохимических преобразователей энергии (ЗН-2)	Правильный ответ на вопрос № 21, 22 к зачету	Приводит примеры периодических журналов, материалов научных конференций, баз данных и патентов по разработке новых и совершенствовании существующих электрохимических преобразователей энергии
	Анализирует сведения о разработке новых электрохимических преобразователей энергии (У-2)	Правильный ответ на вопрос № 21, 22 к зачету	Делает выводы о перспективности новых разработок электрохимических преобразователей энергии
	Демонстрирует навыки поиска необходимых источников информации (Н-2)	Правильный ответ на вопрос № 21, 22 к зачету	Выполняет задание по поиску необходимых источников информации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено»
ПК-3.В.09.1 Определение электрических характеристик электрохимических преобразователей энергии	Правильно выбирает методы определения емкостных, мощностных и эксплуатационных характеристик химических источников тока и суперконденсаторов (ЗН-3)	Правильные ответы на вопросы № 19, 23, 24 к зачету	Перечисляет методы и программы обработки полученных результатов
	Анализирует рассчитанные значения мощности, отдаваемой энергии, коэффициента полезного действия, коэффициента использования активных веществ, и другие характеристики электрохимических преобразователей энергии (У-3)	Правильные ответы на вопросы № 25-27 к зачету	Делает выводы по полученным электрическим характеристикам о возможности использования исследуемых электрохимических преобразователей энергии
	Демонстрирует выбор оптимальных электрических и ресурсных характеристик в зависимости от цели использования электрохимического преобразователя энергии (Н-3)	Правильный ответ на вопрос № 28 к зачету	Показывает возможность использования электрохимического преобразователя энергии на основе его электрических характеристик

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)
			«зачтено»
ПК-3. В.09.2 Оценка перспективы практического применения результатов исследования	Называет области возможного применения электрохимического преобразователя энергии (ЗН-4)	Правильные ответы на вопросы № 26, 27 к зачету	Правильно выбирает электрохимический преобразователь энергии в соответствии с его практическим применением
	Анализирует преимущества исследуемого в работе электрохимического преобразователя энергии по сравнению с другими системами (У-4)	Правильный ответ на вопрос № 28 к зачету	Выполняет исследования в соответствии с требованиями современных стандартов
	Демонстрирует перспективы развития исследований в области совершенствования существующих и разработке новых электрохимических преобразователей энергии (Н-4)	Правильные ответы на вопросы № 29 - 32 к зачету	Показывает основные направления совершенствования существующих и разработки новых электрохимических преобразователей энергии

Аналогично, в 1 таблице нет индикаторов знать, уметь, владеть, а здесь есть .Поправьте

Глаголы - показатели оценки результатов обучения (замена знает..., умеет..., владеет...)¹¹

Знает: Дает определения...

Называет...

Записывает формулы...

Перечисляет...

Рассказывает...

Правильно выбирает...

Приводит примеры

Умеет: Поясняет...

Объясняет...

Анализирует (письменно, устно)...

Письменно излагает...

Показывает (определяет) закономерности...

Отвечает на дополнительные вопросы по...

Сопоставляет и делает выводы по...

Строит (формулирует, определяет) зависимости, закономерности (письменно, устно)...

Формулирует выводы...

Владеет: Демонстрирует...

Выполняет алгоритм...

Показывает (выполняет действия)...

Решает задачи...

Выполняет задания (например профессиональные пробы) по ...

Составляет проекты по ...

Строит макет ...

Чертит ...

Разрабатывает ...

Это уберите – это подсказка для разработчика

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-1:

1. Общая характеристика электрохимических преобразователей энергии. Области применения.
2. Методы исследования электрохимических преобразователей энергии.
3. Потенциометрические методы исследования.
4. Равновесные потенциалы электродов. Уравнение Нернста.
5. Электродвижущая сила (ЭДС) и напряжение химического источника тока
6. Вольтамперометрические методы исследования.
7. Кинетика анодных и катодных процессов в ХИТ. Виды поляризации.
8. Концентрационная поляризация.
9. Электрохимическая (активационная поляризация).
10. Кинетика процессов в пористых структурах.
11. Электродкатализ.
12. Кондуктометрические методы исследования.

¹¹ Результаты обучения должны быть описаны глаголами действия, здесь приведены примеры таких глаголов

13. Процессы переноса в жидких и твердых ионных, протонных и электронных проводниках.
14. Электрическая проводимость в растворах электролитов. Зависимость от концентрации и температуры.
15. Электрическая проводимость в расплавленных и твердых электролитах.
16. Особенности диффузии в жидких, расплавленных и твердых электролитах. Законы Фика.
17. Конвективный перенос ионов в ХИТ.
18. Электрические характеристики электрохимических преобразователей энергии: напряжение, разрядные характеристики, емкость, энергия и мощность.
19. Методы и программы обработки результатов измерений электрических характеристик электрохимических преобразователей энергии
20. Влияние различных факторов на электрические и эксплуатационные характеристики электрохимических преобразователей энергии

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-2:

21. Научные журналы, материалы конференций по проблемам разработки новых и совершенствовании существующих электрохимических преобразователей энергии
22. Базы данных и патенты по проблемам разработки новых и совершенствовании существующих электрохимических преобразователей энергии

в) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

23. Эксплуатационные характеристики электрохимических преобразователей энергии.
24. Саморазряд аккумуляторов. Причины и механизмы.
25. Классификации химических источников тока.
26. Первичные химические источники тока. Примеры.
27. Аккумуляторы. Примеры
28. Сравнительная характеристика химических источников тока различных видов.
29. Разработка новых перспективных материалов для аккумуляторов
30. Разработка новых перспективных материалов для суперконденсаторов
31. Биологические топливные элементы (БТЭ), Бесмембранный и бескамерный твердооксидный топливные элементы
32. Натрий-ионный аккумулятор и литий-воздушный аккумулятор

При сдаче зачета, студент получает 3 вопроса из перечня, приведенного выше или тест.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы или проведения тестирования - до 30 мин.

5. 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 зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачёт». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.