

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Современные материалы для электрохимической энергетики

**Код модуля**  
1163780(1)

**Модуль**  
Химические преобразователи энергии

**Екатеринбург**

Оценочные материалы составлены автором(ами):

<b>№ п/п</b>	<b>Фамилия, имя, отчество</b>	<b>Ученая степень, ученое звание</b>	<b>Должность</b>	<b>Подразделение</b>
1	Никитина Евгения Валерьевна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	технологии электрохимических производств
2	Ткачева Ольга Юрьевна	доктор химических наук, без ученого звания	Профессор	технологии электрохимических производств

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

С.А. Иванченко

**Авторы:**

- Никитина Евгения Валерьевна, Доцент, технологии электрохимических производств
- Ткачева Ольга Юрьевна, Профессор, технологии электрохимических производств

### 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Современные материалы для электрохимической энергетики**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	2

### 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Современные материалы для электрохимической энергетики**

Индикатор – это признак / сигнал/ маркер, который показывает, на каком уровне обучающийся должен освоить результаты обучения и их предъявление должно подтвердить факт освоения предметного содержания данной дисциплины, указанного в табл. 1.3 РПМ-РПД.

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)	Контрольно-оценочные средства для оценивания достижения результата обучения по дисциплине
1	2	3
ОПК-4 -Способен разрабатывать технические объекты, системы и технологические процессы в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений	Д-1 - Демонстрировать креативное мышление, творческие способности З-1 - Объяснить основные принципы функционирования разрабатываемых технических объектов, систем, технологических процессов З-2 - Изложить принципы расчета экономической эффективности предложенных технических решений З-3 - Привести примеры сравнения предложенных	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>решений с мировыми аналогами</p> <p>З-4 - Описать основные подходы к оценке экологических и социальных последствий внедрения инженерных решений</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов в своей профессиональной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных ограничений</p> <p>У-1 - Предложить нестандартные варианты разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p> <p>У-2 - Доказать научно-техническую и экономическую состоятельность и конкурентоспособность предложенных инженерных решений</p> <p>У-3 - Оценить экологические и социальные риски внедрения предложенных инженерных решений</p> <p>У-4 - Провести всесторонний анализ принятых инженерных решений для выполнения разработки технических объектов, систем, в том числе информационных, и технологических процессов</p>	
<p>ПК-4 -Способность осуществлять выбор электродных материалов для химических источников тока на основе экспериментальных данных, проводить испытания электродных</p>	<p>З-1 - Описывать современные электродные материалы для ХИТ, их свойства и методы получения</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт планирования, организации и проведения испытаний электродных материалов ХИТ для оценки их свойств</p> <p>П-2 - Осуществлять подбор эффективных методик и</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

материалов, делать оценку их свойств	методов анализа растворов, материалов, комплектующих/образцов изделий для экспериментальных и исследовательских работ У-1 - Анализировать результаты исследований и обосновывать выбор новых электродных материалов для химических источников тока У-2 - Разрабатывать концепцию проведения исследований для определения параметров соответствия предъявляемых требований к растворам и материалам	
--------------------------------------	--	--

### 3. ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ В РАМКАХ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ В БАЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЕ (ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА БРС)

#### 3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

<b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.50</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>опрос 1 по теме лекций</i>	3,18	20
<i>опрос 2 по теме лекций</i>	3,18	20
<i>домашняя работа</i>	3,18	30
<i>домашняя работа</i>	3,18	30
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.40</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.60</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>опрос 1 по теме практических занятий</i>	3,18	15
<i>опрос 2 по теме практических занятий</i>	3,18	15
<i>контрольная работа</i>	3,18	70
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1.00</b>		

<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям –нет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям –не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям –нет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – не предусмотрено</b>		
<b>4. Онлайн-занятия: коэффициент значимости совокупных результатов онлайн-занятий –не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на онлайн-занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям –не предусмотрено</b>		
<b>Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям –нет</b> <b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – не предусмотрено</b>		

### 3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<b>Весовой коэффициент текущей аттестации выполнения курсовой работы/проекта – не предусмотрено</b>		
<b>Весовой коэффициент промежуточной аттестации выполнения курсовой работы/проекта – защиты – не предусмотрено</b>		

## 4. КРИТЕРИИ И УРОВНИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

4.1. В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре/институте критерии (признаки) оценивания достижений студентов по дисциплине модуля (табл. 4) в рамках контрольно-оценочных мероприятий на соответствие указанным в табл.1 результатам обучения (индикаторам).

Таблица 4

### Критерии оценивания учебных достижений обучающихся

<b>Результаты обучения</b>	<b>Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам</b>
Знания	Студент демонстрирует знания и понимание в области изучения на уровне указанных индикаторов и необходимые для продолжения

	обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Умения	Студент может применять свои знания и понимание в контекстах, представленных в оценочных заданиях, демонстрирует освоение умений на уровне указанных индикаторов и необходимых для продолжения обучения и/или выполнения трудовых функций и действий, связанных с профессиональной деятельностью.
Опыт /владение	Студент демонстрирует опыт в области изучения на уровне указанных индикаторов.
Другие результаты	Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов. Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения. Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.

4.2 Для оценивания уровня выполнения критериев (уровня достижений обучающихся при проведении контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля) используется универсальная шкала (табл. 5).

Таблица 5

#### Шкала оценивания достижения результатов обучения (индикаторов) по уровням

Характеристика уровней достижения результатов обучения (индикаторов)				
№ п/п	Содержание уровня выполнения критерия оценивания результатов обучения (выполненное оценочное задание)	Шкала оценивания		
		Традиционная характеристика уровня		Качественная характеристика уровня
1.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты в полном объеме, замечаний нет	Отлично (80-100 баллов)	Зачтено	Высокий (В)
2.	Результаты обучения (индикаторы) в целом достигнуты, имеются замечания, которые не требуют обязательного устранения	Хорошо (60-79 баллов)		Средний (С)
3.	Результаты обучения (индикаторы) достигнуты не в полной мере, есть замечания	Удовлетворительно (40-59 баллов)		Пороговый (П)
4.	Освоение результатов обучения не соответствует индикаторам, имеются существенные ошибки и замечания, требуется доработка	Неудовлетворительно (менее 40 баллов)	Не зачтено	Недостаточный (Н)
5.	Результат обучения не достигнут, задание не выполнено	Недостаточно свидетельств для оценивания		Нет результата

## 5. СОДЕРЖАНИЕ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ

### 5.1. Описание аудиторных контрольно-оценочных мероприятий по дисциплине модуля

#### 5.1.1. Лекции

Самостоятельное изучение теоретического материала по темам/разделам лекций в соответствии с содержанием дисциплины (п. 1.2. РПД)

#### 5.1.2. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Основные элементы электрохимической системы, их характеристики и требования к ним в современном электрохимическом материаловедении
2. Электрохимическая терминология, используемая в расчетах
3. Основные сведения об экспериментальном определении структуры кристаллов. Атомные и ионные радиусы. Процессы реального кристаллообразования
4. Определение стехиометрической формулы вещества
5. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Физические свойства минералов
6. Твердые электролиты в современной электрохимии
7. Электрохимические устройства с твердыми оксидными электролитами
8. Способы расчета показателей коррозии
9. Особенности коррозии в высокотемпературных средах
10. Электрохимическая диагностика высокотемпературных систем
11. Способы защиты от коррозии в высокотемпературной газовой атмосфере
12. Способы защиты от коррозии в расплавах
13. Влияние физико-химических свойств расплавленного электролита на процессы электролиза и коррозии. Совместимость материалов
14. Синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях(бестоковые процессы)
15. Электрохимический синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях(катодные процессы)
16. Электрохимический синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях(анодные процессы)

Примерные задания

Тема 5. Определение твердости минералов и материалов для современной электрохимической энергетики по шкале Мооса. Оборудование и материалы: шкала Мооса(Пиастрелла, Италия), набор минералов и электродных материалов(выдается преподавателем).

Цель занятия: определение твердости материалов

Тема 8. Расчет скорости коррозии металлических и скорости деградации керамических материалов. Предоставляемая информация: значения массы образцов материалов до и после коррозионной выдержки, сведенные в таблицу, значения габаритных размеров образцов, информация о длительности проведения эксперимента и плотности образцов(из литературы или экспериментально полученные – для новых материалов)(выдается преподавателем)



индивидуально)

Цель занятия: получение количественных характеристик процесса – весового и глубинного показателей коррозии.

Тема 9 Оценка продуктов коррозии на поверхности и шлифах поперечного сечения образцов материалов для электрохимической энергетики с помощью РФА и МРСА (результаты МРСА и РФА для поверхности и шлифа поперечного сечения предоставляются преподавателем индивидуально).

Цель занятия: определить структуру и состав продуктов коррозионного взаимодействия данного материала с агрессивной коррозионной средой

Тема 10 Анализ количества и размера локальных коррозионных поражений, определение глубины фронта коррозии. Микрофотографии поверхности материалов современной энергетики предоставляются преподавателем индивидуально.

Цель занятия: определение количества коррозионных поражений и характера деградации материалов.

LMS-платформа – не предусмотрена

## **5.2. Описание внеаудиторных контрольно-оценочных мероприятий и средств текущего контроля по дисциплине модуля**

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

### **Базовый**

#### **5.2.1. Контрольная работа**

Примерный перечень тем

1. Устойчивость материалов в высокотемпературных средах

Примерные задания

Выполнить задания:

1. Серебряную и цинковую пластины опустили в расплав хлорида натрия. Составьте уравнения реакций, происходящих на этих пластинах. Какие процессы будут проходить на пластинах, если наружные концы их соединить проводником?

2. В расплав NaCl поместили цинковую пластину и цинковую пластину, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка происходит интенсивнее? Ответ мотивируйте, составив уравнения соответствующих процессов.

3. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Составьте уравнения анодного и катодного процессов коррозии этого изделия при нарушении покрытия во влажном воздухе и в расплаве хлорида калия. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Домашняя работа № 1**

Примерный перечень тем

1. Совместимость материалов в агрессивных средах

Примерные задания

Выполнить задания:

1. Оценить коррозионную стойкость цинка на воздухе при температуре 400 0С. Образец цинка с поверхностью, равной 30 см<sup>2</sup>, до испытаний имел массу 21,4261 г. После 180-часового окисления на воздухе при температуре 400С его масса возросла до 21,4279 г.
2. Вычислить массовый процент Cr в сплаве Fe-Cr, соответствующем 6-ой границе устойчивости, т.е. содержащем 6/8 атомных долей Cr.
3. Железная пластина окисляется при высокой температуре в кислородсодержащем расплаве с образованием Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. За три часа масса пластины 1 м<sup>2</sup> увеличилась на 10 граммов. Рассчитать весовой показатель коррозии.
4. Скорость коррозии никеля составляет 4 г/м<sup>2</sup> час. Рассчитать глубинный показатель коррозии.
5. Железная пластина на воздухе при высокой температуре окисляется с образованием на ее поверхности оксида Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. За 3 часа масса пластины площадью 1 м<sup>2</sup> увеличилась на 10 г. Рассчитать среднюю скорость коррозии. Чтобы произошло бы с пластиной, если бы она была помещена в соляную кислоту?

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Свойства пористых электродов для ХИТ и конденсаторов

Примерные задания

Дать характеристику электролитического метода синтеза металлических пен никеля. Рассчитать основные закономерности формирования осадков и их свойств (плотность, пористость) при гальваностатическом электролизе. В качестве исходных данных заданы коэффициенты эмпирических уравнений изменения толщины осадков, выхода по току металла, количества и диаметра крупных пор во времени.

Параметры эмпирического уравнения изменения толщины пористого осадка во времени:

Тип осадка никеля	$y_0$ , см	$\tau$ , min	$\frac{dy}{dt}_{t \rightarrow 0}$ , см/мин
Ni на Ni-подложке	0,043	65,7	$0,6 \cdot 10^{-3}$

Выход по току никеля и водорода:

Тип осадка никеля	Гравиметрический метод		Валюмометрический метод	Доля водорода, включенного в осадок
	$Ce_{Ni}$	$Ce_{H_2}$	$Ce_{H_2}$	
Ni на Ni-подложке	0,657	0,343	0,268	0,22

Значения коэффициентов в уравнениях (3) и (4) и коэффициенты детерминации

Осадок	Значения коэффициентов и $R^2$ для зависимостей					
	$\theta_{macro} - h_{dep}$			$N - h_{dep}$		
	$a$	$\sigma_1$	$\mu_1$	$b$	$\sigma_2$	$\mu_2$
Ni на Ni-подложке	72,24	0,81	5,50	26420,80	0,74	4,99

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.3. Описание контрольно-оценочных мероприятий промежуточного контроля по дисциплине модуля

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Основные элементы электрохимической системы Электроды. Диафрагмы. Электролиты. Растворители. Их характеристики и требования к ним в современном электрохимическом материаловедении
2. Свойства и особенности строения металлов, бинарных и тройных соединений.  
Общие сведения о координации
3. Ковалентные структуры. Структурная химия s - и p-элементов. Ионные и ионно-ковалентные структуры. Структурная химия d-элементов в ионных и ионно-ковалентных структурах
4. Плотнейшие упаковки (ПУ) одинаковых сфер. Металлические структуры  
.Важнейшие неорганические структурные типы
5. Кристаллографические аспекты электрохимического материаловедения
6. Физические свойства кристаллов. Рост кристаллов. Реальные формы роста кристаллов. Дефекты в кристаллах и их влияние на свойства

7. Минералогические аспекты электрохимического материаловедения. Основные направления в современной минералогии
8. Понятие о минерале и минеральном виде. Принципы, лежащие в основах современных классификаций минералов. Физические свойства минералов.
9. Типы химической связи в минералах (ионная, ковалентная, металлическая, межмолекулярная).
10. Химический состав минералов. Минералы как многокомпонентные системы переменного состава. Расчет химических формул минералов
11. Современные методы исследования состава и структуры минералов: методы спектроскопии твердого тела, рентгеноспектрального и рентгеноструктурного анализов, электронной микроскопии высокого разрешения
12. Теоретические основы электролиза расплавленных сред Строение расплавленных солей.
13. Электропроводность расплавленных солей. Электродное равновесие в расплавах
14. Выход по току и удельный расход энергии при электролизе расплавов. Влияние физико-химических свойств электролита на процесс электролиза
15. Производство алюминия, бериллия и щелочных металлов – материаловедческие аспекты
16. Электрохимический синтез материалов электрохимической энергетики в расплавленных солях. Возможности и преимущества высокотемпературного электрохимического синтеза
17. Получение кремниевых осадков. Подбор оптимальных параметров процесса электролиза
18. Механизм процесса электрокристаллизации в расплавленных солях. Факторы, определяющие характер образования и роста кристаллов (влияние на структуру и свойства) в процессе электроосаждения металлов
19. Бестоковые высокотемпературные покрытия (алитирование, бериллирование, силицирование, титанирование, борирование и др.). Особенности получения, структура и свойства.. Материалы, получаемые в расплавленных солях в результате вторичных химических реакций
20. Деграция керамических материалов. Методы изучения в расплавленных солях
21. Особенности высокотемпературной коррозии в расплавленных солях, используемых в современной электрохимической энергетике(галогенидах, карбонатах, нитратах щелочных металлов). Специфика высокотемпературной химической коррозии. Способы расчета показателей коррозии
22. Электрохимические методы исследования высокотемпературной коррозии и деграции
23. Способы защиты от высокотемпературной коррозии. Металлические и неорганические покрытия
24. Твердые электролиты в современной электрохимии. Основные понятия. Свойства твердых электролитов. Классификация твердых электролитов
25. Процессы переноса в ионных кристаллах. Процессы токообразования, обусловленные поверхностной диффузией электрохимически активных частиц
26. Высокотемпературные химические источники тока. Выбор материалов и их совместимость

27. Электрохимические устройства с твердыми оксидными электролитами. Топливные элементы

28. Электрокаталитические реакторы с твердым оксидным электролитом. Датчики с твердыми электродами. Материаловедческие проблемы

29. Расплав-карбонатный топливный элемент. Принцип работы. Материаловедческие проблемы

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.4 Содержание контрольно-оценочных мероприятий по направлениям воспитательной деятельности**

Направления воспитательной деятельности сопрягаются со всеми результатами обучения компетенций по образовательной программе, их освоение обеспечивается содержанием всех дисциплин модулей.