

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Высокотемпературная электрохимия твердого тела

**Код модуля**  
1161936(1)

**Модуль**  
Избранные главы физической химии твердого  
тела

**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	Кочетова Надежда Александровна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	физической и неорганической химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

**Авторы:**

- Кочетова Надежда Александровна, Доцент, физической и неорганической химии

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Высокотемпературная электрохимия твердого тела**

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	6	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	2
		Домашняя работа	1
		Научный доклад/доклад	1
		Отчет по лабораторным работам	1

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Высокотемпературная электрохимия твердого тела**

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-2 -Способен выполнять исследования при решении фундаментальных и прикладных задач, планировать и осуществлять сложные реальные или модельные эксперименты	Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление Д-2 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований,	Домашняя работа Лабораторные занятия Научный доклад/доклад Отчет по лабораторным работам Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>планирования модельных или реальных экспериментов</p> <p>П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники</p> <p>У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбрать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований</p>	
<p>ОПК-3 -Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов и методов анализа и обобщения результатов теоретических и экспериментальных исследований, применяемых в профессиональной области</p> <p>П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p>	<p>Домашняя работа</p> <p>Научный доклад/доклад</p> <p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>
<p>ОПК-1 -Способен выявлять, формулировать и решать фундаментальные и прикладные задачи в области своей профессиональной деятельности и в междисциплинарных направлениях с использованием фундаментальных знаний и практических навыков</p>	<p>Д-1 - Демонстрировать аналитические умения и креативное мышление</p> <p>З-1 - Демонстрировать понимание фундаментальных принципов, методов и подходов к решению фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях</p> <p>П-1 - Предлагать пути решения фундаментальных и прикладных задач в профильной области деятельности и междисциплинарных направлениях, опираясь на фундаментальные законы и</p>	<p>Контрольная работа № 1</p> <p>Контрольная работа № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	принципы с использованием соответствующих целей подходов и методов	
ПК-1 -Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов решения научно-исследовательских задач в выбранной области профессиональной деятельности П-1 - Иметь опыт выбора методов решения поставленных задач и прогнозирования результатов исследования, исходя из наличия материальных и временных ресурсов П-2 - Иметь опыт планирования НИР в целом и отдельных стадий НИР У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий	Домашняя работа Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Экзамен
ПК-3 -Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и продолжения работ в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках	З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии или смежных науках П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными У-2 - Систематизировать информацию, полученную в ходе НИР и НИОКР, анализировать ее и сопоставлять с литературными данными	Домашняя работа Научный доклад/доклад Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-4 -Способен определять способы, методы и средства	З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое	Домашняя работа Лабораторные занятия Лекции

<p>решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач  П-1 - Иметь опыт выбора методов решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР с учетом глобальных вызовов и неопределенностей  П-2 - Иметь опыт планирования отдельных стадий НИР и НИОКР и работы целом, материально-технического сопровождения прикладных НИР и НИОКР  У-1 - Предлагать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР  У-2 - Планировать отдельные стадии и работу в целом, организовать материально-техническое сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>Научный доклад/доклад  Отчет по лабораторным работам  Экзамен</p>
<p>ПК-8 -Способен организовывать и проводить различные мероприятия в профессиональной сфере деятельности</p>	<p>З-1 - Демонстрировать понимание принципов организации мероприятий, перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий</p>	<p>Научный доклад/доклад  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>

### 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

<p><b>1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.4</b></p>		
<p><b>Текущая аттестация на лекциях</b></p>	<p><b>Сроки – семестр, учебная неделя</b></p>	<p><b>Максимальная оценка в баллах</b></p>
<p><i>Контрольная работа №1</i></p>	<p>9,4</p>	<p>50</p>

<i>Контрольная работа №2</i>	9,10	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.3</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Домашняя работа</i>	9,9	50
<i>Научный доклад</i>	9,13	50
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 1</b>		
<b>Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–нет</b>		
<b>Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– не предусмотрено</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.3</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Отчет по лабораторным работам</i>	9,16	100
<b>Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям -1</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

Результаты обучения	Критерии оценивания учебных достижений, обучающихся на соответствие результатам обучения/индикаторам
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. Оксид в поле градиента химического потенциала кислорода. Специфика процессов для оксидов с разным характером проводимости и различным соотношением парциальных проводимостей (кислородно-ионный проводник, катионный проводник, дырочный проводник, электронный проводник).

2. Анализ экспериментальных зависимостей  $\lg\sigma=f(pO_2)$  с предложением модели дефектной структуры сложного оксида.

3. Обработка экспериментальных зависимостей  $\lg\sigma=f(pO_2)$ , расчет парциальных проводимостей (кислородно-ионной, протонной, электронной) в зависимости от температуры и активности кислорода, расчет чисел переноса.

4. Методы определения ионных чисел переноса в сложнооксидных соединениях.

5. Термо-ЭДС в цепях с твердыми электролитами.

Примерные задания

Проанализируйте предложенные экспериментальные зависимости общей электропроводности сложного оксида от парциального давления кислорода (студентам предлагаются реальные экспериментальные данные на примере различных соединений) и предложите модель дефектной структуры данного сложного оксида.

Проведите обработку предложенных экспериментальных данных по измерению общей электропроводности от парциального давления кислорода в сухой атмосфере (студентам предлагаются реальные экспериментальные данные на примере различных соединений) и проведите расчет парциальных проводимостей (ионной и электронной).

Проведите обработку предложенных экспериментальных данных по измерению общей электропроводности от парциального давления кислорода в сухой и влажной атмосферах (студентам предлагаются реальные экспериментальные данные на примере различных соединений) и проведите расчет парциальных проводимостей (кислородно-ионной, протонной и электронной).

Проанализируйте экспериментальные данные по измерению ионных чисел переноса методом ЭДС (студентам предлагаются реальные экспериментальные данные на примере различных соединений), рассчитайте ионные числа переноса, представьте данные графически.

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.1.3. Лабораторные занятия**

Примерный перечень тем

1. Подготовка образца сложного оксида к проведению электрических измерений.
2. Организация установки по измерению общей электропроводности образца двухконтактным методом при вариации температуры и задании определенного парциального давления паров воды в измерительной ячейке.
3. Измерение общей электропроводности образца в зависимости от температуры при заданном рН<sub>2</sub>O методом электрохимического импеданса.
4. Измерение общей электропроводности образца в зависимости от парциального давления кислорода.
5. Измерение общей электропроводности образца в зависимости от парциального давления паров воды.
6. Обработка полученных данных, представление их в графическом виде, научный анализ результатов.

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 № 1**

Примерный перечень тем

1. Влияние дефектной структуры оксида на функциональные свойства.

Примерные задания

Предложите способ задания типа разупорядочения оксидного соединения (каждому студенту предлагается свое соединение простой оксид / сложный оксид), который позволит получить требуемое функциональное свойство (каждому студенту задается определенное свойство).

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Контрольная работа № 2**

Примерный перечень тем

1. Анализ зависимостей транспортных свойств оксидных соединений при вариации параметров внешней среды.

### Примерные задания

Объясните зависимости транспортных свойств предложенного соединения (каждому студенту предлагается свое соединение простой оксид / сложный оксид) при вариации температуры и парциального давления кислорода в газовой фазе / температуры и парциального давления паров воды в газовой фазе / парциального давления кислорода и паров воды в газовой фазе.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.3. Домашняя работа

#### Примерный перечень тем

1. Рецензирование текста научной публикации по изучению транспортных свойств сложных оксидов.

#### Примерные задания

Проанализируйте предложенную научную статью (студенту предлагается текст научной работы, касающийся изучения транспортных характеристик сложнооксидных фаз) с позиции научного рецензента и составьте рецензию с замечаниями и вопросами авторам и обоснованным решением по рекомендации работы к печати, либо ее отклонению.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.4. Научный доклад/доклад

#### Примерный перечень тем

1. Обзор научной статьи по изучению транспортных свойств материалов на основе сложнооксидных фаз.

#### Примерные задания

Используя доступные в университете базы данных научных публикаций найдите интересную статью (либо серию статей, объединенных одной тематикой), опубликованную в рецензируемом научном журнале за последние пять лет. Статья должна содержать данные по изучению транспортных свойств сложных оксидов. Ознакомьтесь с данной работой, опираясь на знания, полученные в курсе изучаемой дисциплины. Подготовьте и представьте доклад по выбранной статье.

LMS-платформа – не предусмотрена

### 5.2.5. Отчет по лабораторным работам

#### Примерный перечень тем

1. Обработка, представление и анализ экспериментальных данных по изучению транспортных свойств сложного оксида.

#### Примерные задания

Обработайте экспериментальные данные, полученные при комплексном исследовании свойств заданного сложного оксида (каждый студент получает для исследования конкретное соединение), в ходе выполнения лабораторных работ. Представьте результаты графически. Проанализируйте полученные результаты с привлечением новых знаний, полученных на лекционных и практических занятиях.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### 5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Процессы при отжиге кристалла сложного соединения с заданным содержанием нелетучих компонентов (атомов металла). Связь нестехиометрии с типом разупорядочения и концентрацией дефектов.
  2. Особенности применения квазихимического подхода к соединениям сложного состава Представления Смита, их суть. Частичные равновесия дефектов.
  3. Диаграммы зависимости логарифма концентрации дефектов от активности кислорода в газовой фазе. Конкретные примеры. Специфика влияния нестехиометрии на свойства материалов.
  4. Кислородно-дефицитные/катионно-избыточные и анионно-дефицитные/металло-избыточные сложные оксиды. Общие принципы связи проводимости с электронным строением (общая и парциальная проводимость, числа переноса носителей).
  5. Транспортные свойства, обусловленные взаимодействием ионной и электронной подсистем, на примерах ионных, электронных и протонных проводников.
  6. Гомо- и гетеровалентное допирование. Специфические моменты допирования сложных соединений.
  7. Гетеровалентное замещение в анионной подсистеме. Особенности разупорядочения и допирования протонных проводников.
  8. Термоэлектрические явления. Термодиффузия. Термо-ЭДС в цепях с твердыми электролитами.
  9. Прохождение тока через границу электрод/электролит. Специфика перехода ионов и электронов через границу твердое/твердое в электролите.
- LMS-платформа – не предусмотрена

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

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения	Контрольно-оценочные мероприятия
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ОПК-2	Д-2	Научный доклад/доклад Отчет по лабораторным работам