

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Электрохимические процессы и явления переноса в твердых телах

Код модуля
1143826(0)

Модуль
Физико-химические свойства конденсированных
материалов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Буянова Елена Станиславовна	кандидат химических наук, доцент	Доцент	аналитической химии и химии окружающей среды

Согласовано:

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

Авторы:

- Буянова Елена Станиславовна, Доцент, аналитической химии и химии окружающей среды

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Электрохимические процессы и явления переноса в твердых телах

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	3	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет	
4.	Текущая аттестация	Коллоквиум	2
		Домашняя работа	2
		Расчетно-графическая работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Электрохимические процессы и явления переноса в твердых телах

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
ПК-1 -Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием (Химия, физика и механика материалов)	З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа

	<p>фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p> <p>П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования</p>	
<p>ПК-2 -Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации (Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p>

<p>ПК-3 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы (Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p>	<p>Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Практические/семинарские занятия</p>
<p>ПК-4 -Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации (Химия, физика и механика материалов)</p>	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки химических и материаловедческих объектов научно-технических разработок для проведения технологических испытаний в своей профессиональной деятельности П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа</p>
<p>ПК-5 -Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции</p>	<p>З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе П-3 - Иметь навыки составления протоколов</p>	<p>Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Расчетно-графическая работа</p>

(Химия, физика и механика материалов)	<p>испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке</p> <p>У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании</p> <p>У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме</p>	
ПК-6 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания (Химия, физика и механика материалов)	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации</p> <p>П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов технологической информации в электронных библиотеках, поисковых системах</p> <p>У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных)</p> <p>У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек</p>	<p>Зачет</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>
ПК-9 -Способен участвовать в организации и проведении научных мероприятий (Химия, физика и механика материалов)	<p>З-2 - Перечислить основные требования к техническому сопровождению научных мероприятий</p> <p>П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий</p> <p>П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов</p> <p>У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные</p>	<p>Зачет</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>

	мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.	
ПК-1 -Способен проводить с соблюдением норм техники безопасности химический эксперимент, включая синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследование процессов с их участием (Химическое материаловедение)	<p>З-3 - Перечислить методы определения химического и фазового состава, структуры, функциональных, в том числе физических и механических свойств веществ и материалов</p> <p>З-4 - Демонстрировать понимание методов исследования процессов различной природы с участием химических веществ</p> <p>П-3 - Иметь навыки проведения стандартных операций для определения химического и фазового состава, структуры и свойств веществ и материалов</p> <p>П-4 - Иметь навыки исследования процессов различной природы с участием химических веществ на серийном научном оборудовании</p> <p>У-3 - Проводить стандартные операции для определения химического и фазового состава, физических и механических свойств веществ и материалов на их основе</p> <p>У-4 - Проводить исследования процессов различной природы с участием химических веществ с использованием серийного научного оборудования</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p>
ПК-2 -Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения научно-исследовательских материаловедческих задач</p> <p>З-3 - Перечислить способы и методы подготовки объектов исследования для проведения экспериментов</p> <p>П-1 - Применять экспериментальные методы и</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Расчетно-графическая работа</p>

(Химическое материаловедение)	<p>технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p> <p>У-1 - Выбирать экспериментальные методы и технические средства (из набора имеющихся) для решения конкретной научно-исследовательской материаловедческой задачи в выбранной области профессиональной деятельности</p>	
ПК-3 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-исследовательские работы (Химическое материаловедение)	<p>З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска научной химической информации</p> <p>П-2 - Демонстрировать навыки выполнения поисковых запросов в электронных библиотеках, поисковых системах</p> <p>У-2 - Анализировать информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек, используемых для поиска научной химической информации</p>	<p>Зачет</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p>
ПК-4 -Способен выбирать технические средства и методы испытаний для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации (Химическое материаловедение)	<p>З-2 - Перечислить способы и методы подготовки химических и материаловедческих объектов научно-технических разработок для проведения технологических испытаний в своей профессиональной деятельности</p> <p>П-1 - Применять технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи</p>	<p>Домашняя работа № 1</p> <p>Домашняя работа № 2</p> <p>Зачет</p> <p>Коллоквиум № 1</p> <p>Коллоквиум № 2</p> <p>Лекции</p> <p>Расчетно-графическая работа</p>

	У-1 - Выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения конкретной технологической материаловедческой задачи	
ПК-5 -Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции (Химическое материаловедение)	З-2 - Демонстрировать понимание принципов работы аналитического оборудования для физико-химических, физических методов анализа З-3 - Сформулировать требования к составу и правилам оформления протоколов испытаний, отчетов по выполненной работе П-3 - Иметь навыки составления протоколов испытаний, отчета по проведению анализов и их обработке У-2 - Выполнять стандартные операции на аналитическом оборудовании У-3 - Составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Расчетно-графическая работа
ПК-6 -Способен оказывать информационную поддержку специалистам, осуществляющим научно-конструкторские работы и технологические испытания (Химическое материаловедение)	З-2 - Указать поисковые системы и электронные библиотеки, используемые для поиска технологической информации П-1 - Иметь опыт работы с базами данных технологической информации У-1 - Проводить поиск технологической информации в профессиональных базах данных (в т.ч., патентных) У-2 - Анализировать технологическую информацию, полученную из поисковых систем и электронных библиотек	Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2 Лекции Практические/семинарские занятия
ПК-9 -Способен участвовать в организации и	З-2 - Перечислить основные требования к техническому	Зачет Коллоквиум № 1 Коллоквиум № 2

проведении научных мероприятий (Химическое материаловедение)	сопровождению научных мероприятий П-1 - Иметь опыт подготовки вспомогательной документации, раздаточных материалов, технического сопровождения при проведении научных мероприятий П-2 - Иметь опыт организации вспомогательных научных мероприятий со студентами младших курсов У-2 - Организовывать и проводить вспомогательные мероприятия при проведении научных конференций, симпозиумов, школ и пр.	Лекции Практические/семинарские занятия
---	---	--

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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.5		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>коллоквиум №1</i>	8,6	50
<i>коллоквиум №2</i>	8,10	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.5		
Промежуточная аттестация по лекциям – зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.5		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.5		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа №1</i>	8,4	30
<i>домашняя работа №2</i>	8,8	30
<i>расчетно-графическая работа</i>	8,11	40
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – 1		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрена		

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

3.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы/проекта

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

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. Методы изучения диффузии

2. Метод Броуэра. Зависимость электропроводности от температуры и парциального давления газа.

3. Методы исследования электропроводности

Примерные задания

На какое расстояние диффундирует литий в кремнии за 1 час при 770 К, если коэффициент диффузии для него равен 10^{-6} см²/сек

Коэффициент диффузии натрия в NaCl был измерен с помощью двух методов: изотопного и по электропроводности. Одинаковые ли значения были получены? Если нет, то какое из значений больше и почему?

Коэффициент диффузии атомов кислорода в металлическом ниобии при 800°C равен $7 \cdot 10^{-8}$ см²/с. Найти число перескоков атомов в единицу времени, если известно, что атомы кислорода, диффундируя по междоузлиям, переходят из одного октаэдрического узла в другой с расстояния перескока $1.65 \cdot 10^{-8}$ см.

С использованием предложенного уравнения электронейтральности для оксида типа MO с примесью N и диаграммы Броуэра схематически изобразите 1) ход зависимости электропроводности от температуры при постоянном значении парциального давления кислорода; 2) ход зависимости электропроводности от P_{O_2} при постоянной температуре.

Сравните возможности методов измерений на постоянном и переменном токе при исследовании керамических материалов с ионной проводимостью

Даны результаты экспериментов по Тубандту с легированным бромидом серебра. Определите числа переноса катионов, анионов и электронов.

Даны значения ионной проводимости при нескольких температурах. Определите энергию активации проводимости.

LMS-платформа

1. не предусмотрена

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

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

5.2.1. Коллоквиум № 1

Примерный перечень тем

1. Явления переноса массы и заряда

Примерные задания

Диффузия в кристаллах. Законы диффузии Фика

Сопряженный перенос. Связь коэффициента диффузии и величины электропроводности. Уравнение Нернста-Эйнштейна

Принципы линейности и взаимности потоков

Ионная проводимость. Зависимость от температуры и содержания примесей.

Конкретные примеры

Зависимость коэффициента диффузии от температуры

Уравнения переноса тепла, электричества и массы

Ионная проводимость. Зависимость от содержания примесей. Конкретные примеры

Электропроводность кристаллов. Основные понятия. Числа переноса. Связь проводимости с концентрацией и подвижностью носителей.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Коллоквиум № 2

Примерный перечень тем

1. Экспериментальное исследование явлений переноса

Примерные задания

Достоинства и недостатки различных способов измерения электропроводности

Определение чисел переноса методом ЭДС и из диффузионных данных

Метод блокирующего электрода Хэбба-Вагнера и его ограничения

Четырехэлектродный метод для определения электропроводности (и его модификация ван дер Пау)

Двухконтактный метод определения проводимости, особенности и области применения

Трехэлектродный метод определения проводимости, особенности и области применения

Некое твердое вещество имеет проводимость при комнатной температуре 10^{-5} Ом \cdot см $^{-1}$. Предложите способы определения носителя заряда, ответственного за эту проводимость. Как можно различить проводимость, осуществляемую: а) ионами металла, б) электронами, в) ионами кислорода?

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.3. Домашняя работа № 1

Примерный перечень тем

1. Явления переноса массы и заряда

Примерные задания

Записать возможные реакции разупорядочения для нестехиометрического по кислороду оксида $ZrO_{2-\delta}$, а также соответствующие константы равновесия

Полагая энергию активации подвижности ионов калия и хлора в KCl равными 207 и 216 кДж/моль, оцените число переноса катионов при 400 и 600°C.

Дана проводимость твердого электролита при одной температуре и энергия активации. Найдите проводимость при другой указанной температуре, считая, что зависимость от температуры линейна.

0,65 эВ. При 1000°C – 0,13 См/м, при 30°C – ?

NaCl катионы подвижнее анионов. Как изменится его проводимость при введении (а) AgCl, (b) MgCl₂, (c) NaBr, (d) Na₂O?

Обоснуйте с применением квазихимического подхода.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.4. Домашняя работа № 2

Примерный перечень тем

1. Экспериментальное исследование явлений переноса

Примерные задания

Дана схема твердоэлектролитной ячейки с разделенными катодным и анодным пространствами, температура, состав одной из сред и ЭДС. Какие сведения о составе второй среды можно получить из этих данных? Сделайте соответствующий расчет.

а) (-) O₂, Pt|Zr_{1-2x}Y_{2x}O_{2-x}|Pt, газ X(+), 1000 °C, 20 мВ

б) (-) воздух, Pt|Zr_{1-2x}Y_{2x}O_{2-x}|Pt, газ X(+) 1000 °C, 20 мВ

Для представленной эквивалентной схемы запишите уравнение для импеданса и адмитанса. Какой вид годографа соответствует представленной эквивалентной схеме?

Ионная проводимость Na₂SO₄ выше, чем у K₂SO₄. Тип и параметры кристаллической решётки этих веществ приблизительно одинаковы. Предположить наиболее вероятный тип носителя и указать способы регулирования проводимости этих веществ.

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.5. Расчетно-графическая работа

Примерный перечень тем

1. Электрохимический импеданс

Примерные задания

Даны первичные результаты измерений импеданса. Постройте годографы и определите по ним наиболее вероятную эквивалентную схему, значения ее параметров и их предполагаемый физико-химический смысл

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Уравнения переноса тепла, электричества и массы. Скорость возникновения энтропии в неравновесных системах

2. Законы диффузии Фика

3. Влияние концентрации примесей на коэффициенты диффузии

4. Связь проводимости с концентрацией и подвижностью носителей. Соотношение Нернста-Эйнштейна

5. Ионная проводимость. Зависимость от температуры и содержания примесей

6. Электронная проводимость. Основные модели

7. Связь диаграмм Броуэра с зависимостью электропроводности от концентрации (активности) компонента, находящегося в равновесии с твердым телом
 8. Определение чисел переноса методом «ЭДС»
 9. Метод Тубанта для определения чисел переноса
 10. Метод блокирующего электрода Хэбба-Вагнера и его ограничения
 11. Закон Ома. Постоянный и переменный электрический ток. Основные характеристики постоянного и переменного тока
 12. Принцип метода спектроскопии импеданса
 13. Основные понятия метода импедансной спектроскопии
 14. Основные структурные элементы эквивалентных схем в методе импедансной спектроскопии
 15. Факторы, влияющие на транспортные свойства твердых электролитов
 16. Методы измерения ионной проводимости
 17. Применение электрохимических ячеек с твердыми электролитами
- 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 образования в сотрудничестве	ПК-2	З-1 У-1 П-1	Расчетно-графическая работа