

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Физическая химия твердого тела

Код модуля
1163356(1)

Модуль
Физико-химические основы технологии
материалов и изделий электронной техники

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Леонидов Илья Аркадьевич	кандидат химических наук, старший научный сотрудник	Профессор	химической технологии керамики и огнеупоров
2	Павлова Ирина Аркадьевна	кандидат технических наук, доцент	Доцент	химической технологии керамики и огнеупоров

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.В. Коновалова

Авторы:

- Леонидов Илья Аркадьевич, Профессор, химической технологии керамики и огнеупоров

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Физическая химия твердого тела

1.	Объем дисциплины в зачетных единицах	7	
2.	Виды аудиторных занятий	Лекции Практические/семинарские занятия Лабораторные занятия	
3.	Промежуточная аттестация	Зачет Экзамен	
4.	Текущая аттестация	Контрольная работа	1
		Домашняя работа	1

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Физическая химия 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-1 -Способен формулировать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя фундаментальные знания основных закономерностей развития природы, человека и общества	Д-1 - Демонстрировать умение эффективно работать в команде У-1 - Использовать понятийный аппарат и терминологию основных закономерностей развития природы, человека и общества при формулировании и решении задач профессиональной деятельности	Зачет Контрольная работа Лабораторные занятия Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен
ПК-3 -Способен на основе анализа технологических процессов производства высокотемпературных	П-3 - Предлагать пути совершенствования технологических процессов на основе анализа физико-химических и технологических свойств высокотемпературных	Домашняя работа Зачет Лабораторные занятия Экзамен

неметаллических материалов разрабатывать предложения и рекомендации по их совершенствованию.	неметаллических материалов и изделий У-3 - Анализировать физико-химические и технологические свойства высокотемпературных неметаллических материалов и изделий и устанавливать их влияние на качество готовой продукции	
--	--	--

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 – 1.00		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Контрольная работа</i>	5,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – 0.50		
Промежуточная аттестация по лекциям – экзамен		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – 0.50		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – нет		
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		

3.1. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

2. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – не предусмотрено		
Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – не предусмотрено		
Промежуточная аттестация по лекциям – нет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – не предусмотрено		
2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.50		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	6,12	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.50		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–зачет		
Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.50		
3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий –0.50		

Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>Отчет</i>	6,18	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям - 1.00		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – нет Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – 0.00		
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. Построение диаграмм Брауэра для оксидов с собственными дефектами
2. Построение диаграмм Брауэра для оксидов с примесными дефектами
3. Построение диаграмм Брауэра для халькогенидов с собственными дефектами
4. Построение диаграмм Брауэра для галогенидов с собственными дефектами
5. Взаимосвязь концентрации собственных дефектов в оксидах с электрофизическими свойствами

6. Расчет чисел переноса ионов и электронов в смешанных проводниках

7. Расчет параметров элементарной ячейки сложных оксидов

Примерные задания

Порядок выполнения работы:

- 1) Записать уравнения образования дефектов в указанном в задании оксиде с учетом основных дефектов в структуре оксида;
- 2) Записать константы равновесия для этих уравнений образования дефектов;
- 3) Записать полное уравнение электронейтральности;
- 4) Провести логарифмирование констант равновесия
- 5) Взять производную по $d(\log pO_2)$ каждого слагаемого уравнения после логарифмирования констант равновесия;
- 6) Из полученных уравнений рассчитать производные $m_j = d(\log [j])/d(\log pO_2)$ для каждого дефекта при изменении давления кислорода (pO_2) в газовой фазе;
- 7) Построить графики этих зависимостей в области низких, средних и высоких значений pO_2 .

LMS-платформа – не предусмотрена

5.1.3. Лабораторные занятия

Примерный перечень тем

1. Изучение температурной зависимости электропроводности твердых тел
2. Изучение полиморфных превращений в твердых телах. Определение коэффициента термического расширения

термического расширения

3. Исследование кристаллов рентгенографическим методом. Расшифровка рентгенограмм. Расчет параметров элементарной ячейки

4. Исследование влияния парциального давления кислорода на электропроводность

5. Измерение электрохимического импеданса. Расчет элементов электрических эквивалентных схем по годографам импеданса

6. Изучение электропроводности расплавов

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. Дефектообразование в твердых фазах
2. Явления электро-и массопереноса

Примерные задания

Подготовить письменный ответ на вопрос по теме, выданной преподавателем

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Квазихимические уравнения образования дефектов. Определение концентрации точечных дефектов в кристалле.
2. Дефекты нестехиометрии. Построение диаграмм Брауэра.
3. Анализ дефектообразования при введении примесей в структуру кристалла
4. Электропроводность. Определение чисел переноса
5. Электрохимический импеданс. Определение электрических эквивалентных схем по годографам импеданса

Примерные задания

Получить файл у преподавателя с исходными данными

колонка А – номер точки

колонка В – частота переменного тока (F)

колонка С – действительная часть импеданса (Z')

колонка D – мнимая часть импеданса ($-Z''$)

Задание

1. Построить годографы импеданса.
2. Построить зависимости действительной и мнимой составляющих импеданса от логарифма частоты переменного тока.
3. Определить эквивалентную электрическую схему.
4. Рассчитать элементы эквивалентной электрической схемы.
5. Сделать выводы по работе.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Зачет

Список примерных вопросов

1. Квазихимические уравнения образования дефектов
2. Определение концентрации точечных дефектов в кристалле
3. Дефекты нестехиометрии
4. Построение диаграмм Брауэра
5. Анализ дефектообразования при введении примесей в структуру кристалла

6. Электропроводность
 7. Определение чисел переноса
 8. Электрохимический импеданс
 9. Определение электрических эквивалентных схем по годографам импеданса
- LMS-платформа – не предусмотрена

5.3.2. Экзамен

Список примерных вопросов

1. 1. Идеальные и реальные кристаллы. Классификация дефектов. Макро- и микродефекты кристаллической решётки 2. Точечные дефекты (типы, характеристики, механизмы образования). Обозначения точечных дефектов. Эффективные заряды дефектов 3. Квазихимические реакции образования точечных дефектов 4. Электронные дефекты 5. Условие электронейтральности кристалла с дефектами 6. Влияния дефектов на свойства кристаллов: электропроводность, подвижность, типы проводимости 7. Термодинамика точечных (тепловых) дефектов. Изменение энергии Гиббса при образовании дефектов в кристалле 8. Равновесные и неравновесные дефекты. Равновесная концентрация точечных дефектов 9. Зависимость концентрации тепловых дефектов от температуры. Энергия образования дефектов. Доминирующие дефекты 10. Определение концентрации и энергии образования тепловых дефектов. Константа равновесия 11. Случаи теплового разупорядочения по Шоттки и по Френкелю в одно- и двухкомпонентных кристаллах 12. Понятие стехиометрии и нестехиометрии. Возникновение дефектов нестехиометрии в кристаллах 13. Равновесие между кристаллом и его паром. Квазихимические реакции образования нестехиометрических дефектов при взаимодействии кристалла с газовой фазой 14. Зависимость концентрации дефектов нестехиометрии от парциального давления пара собственных компонентов. Диаграмма Броуэра 15. Обобщенная формула зависимости концентрации дефектов нестехиометрии от температуры и давления 16. Изовалентное и гетеровалентное замещение. Донорные и акцепторные примеси в кристаллах. Механизмы компенсации заряда при гетеровалентном замещении 17. Влияние примесных дефектов на свойства кристаллов 18. Условия равновесия дефектов в кристалле в случае внедрения примесей донорного и акцепторного типа. Влияние примесных дефектов на концентрацию собственных дефектов в кристаллах 19. Понятие дислокации. Краевые дислокации. Обозначение дислокаций 20. Контур Бюргерса и вектор Бюргерса 21. Винтовые дислокации 22. Образование дислокаций. Энергия образования дислокаций 23. Методы обнаружения и исследования дислокаций 24. Виды диффузии. Основные механизмы диффузии 25. Хаотическая диффузия. Коэффициент хаотической диффузии 26. Влияние температуры на величину коэффициента диффузии. Энергия активации диффузии 27. Влияние примесей на величину коэффициента диффузии 28. Диффузия, обусловленная концентрационным градиентом 29. Стационарная диффузия. Первый закон Фика. Второй закон Фика 30. Эффекты Френкеля и Киркендала 31. Основные понятия об электропроводности кристаллов 32. Связь подвижности и электропроводности с коэффициентом хаотической диффузии 33. Механизмы электропроводности в ионных кристаллах 34. Зависимость электрической проводимости от температуры 35. Влияние парциального давления компонентов на электропроводность 36. Ионные кристаллы с электронно-дырочной проводимостью 37. Твердые электролиты 38. Электропроводность примесных полупроводников 39. Электрохимическая ячейка. Электрические эквивалентные схемы.

Примеры годографов импеданса для различных схем 40. Стадии твердофазных химических реакций

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	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология повышения коммуникативной компетентности Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ОПК-1	Д-1	Зачет Практические/семинарские занятия
			ПК-3	У-3 П-3	