

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Диффузионные процессы в твердых телах и на межфазовых границах

**Код модуля**  
1143608(1)

**Модуль**  
Электро- и массоперенос в твердых телах

**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	Ананьев Максим Васильевич	доктор химических наук, доцент	Профессор	физической и неорганической химии
2	Калинина Елена Григорьевна	кандидат химических наук, без ученого звания	Доцент	физической и неорганической химии

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Е.С. Комарова

**Авторы:**

- Калинина Елена Григорьевна, Доцент, физической и неорганической химии

### 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Диффузионные процессы в твердых телах и на межфазовых границах

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

### 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Диффузионные процессы в твердых телах и на межфазовых границах

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 З-1 - Демонстрировать понимание принципов, особенностей и задач проведения фундаментальных и прикладных исследований, планирования модельных или реальных экспериментов У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований	Домашняя работа № 1 Домашняя работа № 2 Контрольная работа № 1 Контрольная работа № 2 Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен

<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  П-1 - Формулировать обоснованные заключения и выводы по результатам анализа научной литературы, собственных экспериментальных данных и расчетно-теоретических работ</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>
<p>ПК-1 -Способен проводить синтез и комплексные исследования свойств функциональных и конструкционных материалов, модифицировать имеющиеся экспериментальные методики, выбирая оптимальный способ решения поставленной задачи</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение и возможности модифицирования методов синтеза и исследования свойств функциональных и конструкционных материалов  З-2 - Демонстрировать понимание принципов планирования научно-исследовательской работы  У-2 - Составлять общий план научно-исследовательской работы и детальные планы ее отдельных стадий</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>
<p>ПК-2 -Способен проводить патентно-информационные исследования в выбранной области химии, физики и/или смежных наук</p>	<p>П-1 - Иметь опыт работы с поисковыми системами, электронными библиотеками, базами данных по химии, физике и смежным областям  У-1 - Анализировать и обобщать результаты информационного/патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии физики и/или смежных наук</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>
<p>ПК-3 -Способен на основе критического анализа результатов НИР и НИОКР оценивать перспективы их практического применения и</p>	<p>З-1 - Представлять актуальные направления теоретических и экспериментальных исследований и областей практического применения результатов в выбранной области химии и физики</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>

<p>продолжения работ в выбранной области химии и физики</p>	<p>П-1 - Иметь опыт прогнозирования направления собственных исследований с учетом практического применения результатов  П-2 - Иметь опыт анализа полученных экспериментальных и/или теоретических результатов собственного исследования в сравнении с литературными данными  У-1 - Определять возможные направления развития теоретических и экспериментальных работ и перспективы практического применения полученных результатов в своей профессиональной области</p>	
<p>ПК-4 -Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>З-1 - Сформулировать теоретические принципы и описать техническое исполнение методов исследования, необходимых для решения технологических задач  З-2 - Демонстрировать понимание принципов организации и планирования материально-технического сопровождения 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>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия  Экзамен</p>
<p>ПК-5 -Способен осуществлять документальное сопровождение прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>П-1 - Иметь навыки работы с нормативной документацией по разработке и стандартизации химической продукции, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР</p>	<p>Домашняя работа № 1  Домашняя работа № 2  Контрольная работа № 1  Контрольная работа № 2  Лекции  Практические/семинарские занятия</p>

	У-1 - Готовить документацию по подготовке, проведению и результатам прикладных НИР и НИОКР, анализировать имеющиеся нормативные документы по системам стандартизации, разработки и производства химической продукции	Экзамен
--	--	---------

### 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 – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на лекциях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>контрольная работа №1</i>	2,9	50
<i>контрольная работа №2</i>	2,18	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 – 0.5</b>		
<b>Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<i>домашняя работа №1</i>	2,10	50
<i>домашняя работа №2</i>	2,16	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 –не предусмотрено</b>		
<b>Текущая аттестация на лабораторных занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>

<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>		
<b>Текущая аттестация на онлайн-занятиях</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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

<b>Текущая аттестация выполнения курсовой работы/проекта</b>	<b>Сроки – семестр, учебная неделя</b>	<b>Максимальная оценка в баллах</b>
<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	<p>Студент демонстрирует ответственность в освоении результатов обучения на уровне запланированных индикаторов.</p> <p>Студент способен выносить суждения, делать оценки и формулировать выводы в области изучения.</p> <p>Студент может сообщать преподавателю и коллегам своего уровня собственное понимание и умения в области изучения.</p>
-------------------	---

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. Решение простейших задач диффузии
2. Анализ кинетических режимов диффузии по границам зерен (на примере публикаций)
3. Диффузионные процессы в пористых катодных материалах ТОТЭ
4. Технологии введения примесей в полупроводник. Диффузия примесей. Примеры по конкретным публикациям.

Примерные задания

Задача о росте коллоидной частицы. Диффузия в сферических координатах  
Определение времени образования диффузионного слоя заданной толщины на примере диффузии углерода в стали

Расчет частоты прыжковых перемещений атома при диффузии

Влияние температуры на кинетический режим

Влияние размера зерна

Зависимость концентрации от пространственной координаты и от времени при зернограничной диффузии

Описать механизмы электрохимического восстановления кислорода на пористом катоде ТОТЭ

Описать различие между катодными материалами с электронной и смешанной кислород-ионной и электронной проводимостью

Описать характеристики катодных материалов, катодных слоев, которые влияют на эффективность ТОТЭ

Способы организации локальной диффузии примесей

Способы создания р-п переходов в полупроводниковых пластинах

Применяемые типы диффузантов

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. Формирование многослойных структур ТОТЭ при спекании на примере двух публикаций

Примерные задания

Какова роль диффузии и межфазного взаимодействия

Какие существуют проблемы совместимости материалов при их спекании

LMS-платформа

1. не предусмотрена

##### 5.2.2. Контрольная работа № 2

Примерный перечень тем

1. Технологии получения наноструктурной керамики на примере двух публикаций

Примерные задания

Какие имеются особенности компактирования и спекания наноструктурной керамики

Описать способы проведения реакционного спекания

Описать применение композитных нанопорошков/микropорошков

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.3. Домашняя работа № 1**

Примерный перечень тем

1. Описать экспериментальный метод при изучении диффузии и примеры конкретного применения при изучении реальных систем и объектов (на примере двух публикаций).

Например, -полевая ионная микроскопия -сканирующая туннельная микроскопия -метод меченных атомов (изотопов) -метод изотопного обмена в электродной кинетике - энергодисперсионный микроанализ (EDX) -ОЖЕ-спектроскопия

Примерные задания

Типы применяемого оборудования

Особенности метода, преимущества и ограничения в конкретных условиях

LMS-платформа – не предусмотрена

### **5.2.4. Домашняя работа № 2**

Примерный перечень тем

1. Обзор и анализ экспериментальных работ по исследованию диффузионных процессов при твердофазном спекании керамики на примере двух публикаций. Например, миграция границ зерен. Рост зерен в поликристаллах. Методы ограничения роста зерен при спекании керамики

Примерные задания

Какие проблемные вопросы возникают при получении спеченной керамики.

Возможные способы их решения

Какие существуют способы снижения температуры спекания керамики

LMS-платформа – не предусмотрена

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

### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Температурная зависимость коэффициента диффузии. Закон Аррениуса. Энергия активации диффузии и её определение

2. Механизмы диффузии в кристаллах. Модель Фишера для зернограничной диффузии

3. Классификация кинетических режимов диффузии по границам зерен (по Харрисону)

4. Второе уравнение Фика при наличии в системе дополнительной действующей силы

5. Анизотропия поверхностной диффузии. Поверхностная диффузия кластеров

6. Теория Мак-Наба и Фостера

7. Диффузия из источника с постоянной концентрацией (из бесконечного источника)

8. Три механизма роста покрытия при молекулярно-лучевой эпитаксии

9. Теория Даркена взаимной диффузии
  10. Наноионика. Многослойная структура с наноразмерной толщиной слоев. Вертикально ориентированные нанокompозитные пленки и механизм их формирования
  11. Поверхностная диффузия кластеров. Индивидуальные механизмы
  12. Основные виды диффузии. Коэффициент диффузии  $D$
  13. Задачи стационарной и нестационарной одномерной диффузии
  14. Уравнения случайного блуждания
  15. Технологии введения примесей в полупроводник. Диффузия примесей
  16. Объемная и зернограничная диффузия в твердом теле. Механизмы диффузии в кристаллах
  17. Методы моделирования процессов диффузии. Основные подходы к решению мультифизических полевых задач
  18. Методы моделирования на атомном уровне. Метод Монте-Карло. Метод молекулярной динамики. Обоснование и границы применимости молекулярно-динамического метода
- 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.