

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**
Тепломассоперенос

Код модуля
1156742(1)

Модуль
Математическое моделирование физико-
химических процессов

Екатеринбург

Оценочные материалы составлены автором(ами):

№ п/п	Фамилия, имя, отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Александров Дмитрий Валерьевич	доктор физико-математических наук, профессор	Профессор	теоретической и математической физики

Согласовано:

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

Авторы:

- Александров Дмитрий Валерьевич, Профессор, теоретической и математической физики

1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ Теплоперенос

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

2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ Теплоперенос

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 П-1 - Иметь опыт проведения фундаментальных и прикладных исследований, модельных или реальных экспериментов с использованием современной методологии, методов, оборудования и техники	Домашняя работа Контрольная работа Практические/семинарские занятия Экзамен

	У-1 - Соотнести цель и задачи исследования с набором методов исследования, выбирать необходимое сочетание цели и средств при планировании исследований	
ОПК-3 -Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты исследований в профессиональной области	Д-1 - Демонстрировать умения анализировать и обобщать информацию, делать логические умозаключения 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 У-1 - Анализировать результаты наблюдений и экспериментов, корректно интерпретировать их для формулирования заключений и выводов	Практические/семинарские занятия Экзамен
УК-1 -Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий, в том числе в цифровой среде	Д-1 - Демонстрировать аналитические способности и критическое мышление З-2 - Определять этапы разработки стратегии действий, в том числе в цифровой среде, и методы решения проблемных ситуаций П-1 - Использовать эффективные стратегии действий для решения проблемной ситуации, в том числе в цифровой среде, с учетом оценки ограничений, рисков и моделируемых результатов У-2 - Обосновывать выбор стратегии для достижения поставленной цели, в том числе в цифровой среде, с учетом	Практические/семинарские занятия Экзамен

	ограничений, рисков и моделируемых результатов У-3 - Анализировать проблемную ситуацию, выявлять и определять способы ее разрешения	
ПК-5 -Способен разрабатывать непротиворечивые и полные модели в конкретной области профессиональной деятельности, формулировать цели, задачи их исследования, выбирать обоснованные методы их анализа и изучения	З-4 - Интерпретировать результаты анализа научно-технической информации П-1 - Составлять формализованное описание поставленных задач У-2 - Применять методы и приемы формализации задач	Домашняя работа Контрольная работа 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

1. 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 – 1		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	3,17	50
<i>домашняя работа</i>	3,17	50
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– 0.6		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям–экзамен		

Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – 0.4		
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. Практические/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Общие принципы переноса тепла и массы.
2. Задача Стефана с плоским фронтом кристаллизации.
3. Переохлаждение и неустойчивость.
4. Задача Стефана с областью фазового перехода.
5. Задача Стефана с областью фазового перехода: нуклеация.

Примерные задания

Пределы применимости подхода механики сплошных сред. Уравнения переноса тепла и массы. Граничные условия 1-го, 2-го, 3-го и 4-го рода для уравнений тепломассопереноса. Начальные условия. Стационарные и нестационарные распределения температурного поля при граничных условиях 1-го, 2-го и 3-го рода.

Температурная и термодиффузионная задача Стефана с плоским фронтом кристаллизации. Квазистационарное и автомодельное решения задачи Стефана с плоским фронтом кристаллизации. Модификации задачи Стефана с плоским фронтом кристаллизации.

Термическое и концентрационное переохлаждения. Динамическая и морфологическая неустойчивости плоского фронта кристаллизации. Формирование макроструктур твердой фазы в результате колебательной неустойчивости. Влияние нелинейности уравнений тепломассопереноса и гидродинамических течений жидкости на устойчивость межфазной границы.

Двухфазная зона концентрационного переохлаждения. Квазистационарное решение уравнений тепломассопереноса в двухфазной зоне. Методы приближенного решения нелинейных нестационарных задач тепломассопереноса при наличии движущихся границ фазового перехода: автомодельный режим затвердевания и режим затвердевания в сильно нестационарных условиях. Влияние турбулизации и конвективных течений в жидкой фазе на процесс кристаллизации с областью фазового перехода.

Кинетика роста зародышей в переохлажденной жидкой матрице системы. Частота нуклеации. Уравнения тепломассопереноса при учете нуклеации частиц твердой фазы. Приближенные методы решений уравнений тепломассопереноса в двухфазной зоне при учете процессов нуклеации.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

Разноуровневое (дифференцированное) обучение.

Базовый

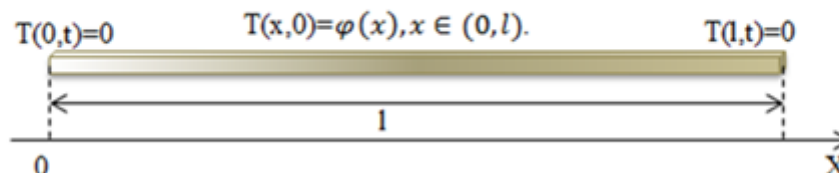
5.2.1. Контрольная работа

Примерный перечень тем

1. Квазистационарные решения уравнений теплопереноса
2. Автомодельные решения уравнений теплопереноса
3. Анализ устойчивости решений уравнений теплопереноса

Примерные задания

Пусть дан стержень длины l . На концах стержня поддерживается нулевая температура. Необходимо решить уравнение теплопроводности; если начальное распределение температуры задано соотношением:



К концу полуограниченного стержня, начальная температура которого была равна нулю, подводится тепловой поток $ku_x(0, t) = q(t)$. Найти температуру $u(x, t)$ стержня, если:

- а) стержень теплоизолирован с боков;
- б) на боковой поверхности стержня происходит теплообмен (по закону Ньютона) со средой нулевой температуры.

Рассмотреть частный случай $q = q_0 = \text{const}$.

Сформулировать соответствующие краевые условия и определить автомодельное решение уравнения теплопроводности (диффузии примеси).

LMS-платформа – не предусмотрена

5.2.2. Домашняя работа

Примерный перечень тем

1. Квазистационарные решения уравнений теплопереноса

Примерные задания

1. Определить стационарное решение уравнения теплопроводности в жидкой фазе, описывающее процесс роста параболического кристалла с известной температурой фазового перехода и заданной температурой на бесконечности в жидкой фазе. Задачу решать с использованием параболических координат в двухмерной геометрии. Коэффициенты теплопроводности теплоёмкости, постоянную скорость роста вершины кристалла и её диаметр считать известными.

2. Определить стационарное решение уравнения массопереноса в жидкой фазе, описывающее изотермический процесс роста параболического кристалла с известной концентрацией примеси на бесконечности в жидкой фазе. Задачу решать с использованием параболических координат в двухмерной геометрии. Коэффициент диффузии примеси, коэффициент распределения примеси, постоянную скорость роста вершины кристалла и её диаметр считать известными.

LMS-платформа – не предусмотрена

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

5.3.1. Экзамен

Список примерных вопросов

1. Пределы применимости подхода механики сплошных сред. Уравнения переноса тепла и массы.
 2. Граничные условия 1-го, 2-го, 3-го и 4-го рода для уравнений теплопереноса. Начальные условия.
 3. Стационарные и нестационарные распределения температурного поля при граничных условиях 1-го, 2-го и 3-го рода.
 4. Температурная и термодиффузионная задача Стефана с плоским фронтом кристаллизации.
 5. Квазистационарные и автомодельные решения задачи Стефана с плоским фронтом кристаллизации.
 6. Модификации задачи Стефана с плоским фронтом кристаллизации.
 7. Термическое и концентрационное переохлаждения.
 8. Динамическая и морфологическая неустойчивости плоского фронта кристаллизации. Формирование макроструктур твердой фазы в результате колебательной неустойчивости.
 9. Влияние нелинейности уравнений теплопереноса и гидродинамических течений жидкости на устойчивость межфазной границы.
 10. Двухфазная зона концентрационного переохлаждения. Квазистационарное решение уравнений теплопереноса в двухфазной зоне.
 11. Методы приближенного решения нелинейных нестационарных задач теплопереноса при наличии движущихся границ фазового перехода: автомодельный режим затвердевания и режим затвердевания в сильно нестационарных условиях.
 12. Влияние турбулизации и конвективных течений в жидкой фазе на процесс кристаллизации с областью фазового перехода.
 13. Кинетика роста зародышей в переохлажденной жидкой матрице системы. Частота нуклеации. Уравнения теплопереноса при учете нуклеации частиц твердой фазы.
 14. Приближенные методы решений уравнений теплопереноса в двухфазной зоне при учете процессов нуклеации.
- 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.