

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Математическое моделирование процессов тепломассопереноса

**Код модуля**  
1156672(1)

**Модуль**  
Математическое и компьютерное моделирование  
тепловых процессов

**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	Мунц Владимир Александрович	доктор технических наук, профессор	Профессор	теплоэнергетики и теплотехники
2	Павлюк Елена Юрьевна	кандидат технических наук, доцент	доцент	Теплоэнергетики и теплотехники

**Согласовано:**

Управление образовательных программ

Ю.Д. Маева

**Авторы:**

- Мунц Владимир Александрович, Профессор, теплоэнергетики и теплотехники
- Павлюк Елена Юрьевна, доцент, Теплоэнергетики и теплотехники

## 1. СТРУКТУРА И ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ **Математическое моделирование процессов теплопереноса**

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

## 2. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ (ИНДИКАТОРЫ) ПО ДИСЦИПЛИНЕ МОДУЛЯ **Математическое моделирование процессов теплопереноса**

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 самостоятельно ставить, формализовывать и решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, используя методы моделирования и математического анализа	Д-1 - Проявлять ответственность и настойчивость в достижении цели З-1 - Сделать обзор основных методов моделирования и математического анализа, применимых для формализации и решения задач профессиональной деятельности З-2 - Характеризовать сферы применения и возможности пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности	Домашняя работа Контрольная работа Практические/семинарские занятия Экзамен

	<p>П-1 - Решать самостоятельно сформулированные практические задачи, относящиеся к профессиональной деятельности методами моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p> <p>У-1 - Самостоятельно сформулировать задачу области профессиональной деятельности, решение которой требует использования методов моделирования и математического анализа</p> <p>У-2 - Использовать методы моделирования и математического анализа, в том числе с использованием пакетов прикладных программ для решения задач профессиональной деятельности</p>	
<p>ОПК-3 -Способен планировать и проводить комплексные исследования и изыскания для решения инженерных задач относящихся к профессиональной деятельности, включая проведение измерений, планирование и постановку экспериментов, интерпретацию полученных результатов</p>	<p>Д-1 - Проявлять умение видеть детали, упорство, аналитические умения</p> <p>З-1 - Сформулировать основные принципы организации и планирования научного исследования</p> <p>З-2 - Характеризовать возможности исследовательской аппаратуры и методов исследования, используя технические характеристики и области применения</p> <p>З-3 - Сделать обзор основных методов статистической обработки и анализа результатов измерений</p> <p>З-4 - Перечислить основные нормативные документы, регламентирующие оформление научно-технических отчетов и защиту прав интеллектуальной собственности</p> <p>П-1 - Выполнять в рамках поставленного задания</p>	<p>Домашняя работа Контрольная работа Лекции Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

	<p>экспериментальные комплексные научно-технические исследования и изыскания для решения инженерных задач в области профессиональной деятельности, включая обработку, интерпретацию и оформление результатов</p> <p>П-2 - Оформить научно-технический отчет, публикацию научных результатов, документы защиты интеллектуальной собственности в соответствии с нормативными требованиями</p> <p>У-1 - Собирать и анализировать научно-техническую информацию для оптимального планирования исследования и изыскания</p> <p>У-2 - Обоснованно выбрать необходимую аппаратуру и метод исследования для решения инженерных задач, относящихся к профессиональной деятельности</p> <p>У-3 - Оценивать оформление научно-технических отчетов, публикаций научных результатов, документов защиты интеллектуальной собственности на соответствие нормативным требованиям</p>	
<p>ОПК-1 -Способен формулировать и решать научно-исследовательские, технические, организационно-экономические и комплексные задачи, применяя фундаментальные знания</p>	<p>Д-1 - Проявлять лидерские качества и умения командной работы</p> <p>З-1 - Соотносить проблемную область с соответствующей областью фундаментальных и общепрофессиональных наук</p> <p>З-2 - Привести примеры терминологии, принципов, методологических подходов и законов фундаментальных и общепрофессиональных наук, применимых для формулирования и решения задач проблемной области знания</p>	<p>Лекции</p> <p>Практические/семинарские занятия</p> <p>Экзамен</p>

	<p>П-1 - Работая в команде, разрабатывать варианты формулирования и решения научно-исследовательских, технических, организационно-экономических и комплексных задач, применяя знания фундаментальных и общепрофессиональных наук</p> <p>У-1 - Использовать для формулирования и решения задач проблемной области терминологию, основные принципы, методологические подходы и законы фундаментальных и общепрофессиональных наук</p> <p>У-2 - Критически оценить возможные способы решения задач проблемной области, используя знания фундаментальных и общепрофессиональных наук</p>	
<p>ПК-8 -Способен рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости (газа) при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), передаваемые тепловые потоки, температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкций тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов</p>	<p>Д-2 - Производить анализ научно-исследовательской литературы и публикаций</p> <p>Д-3 - Иметь практический опыт работы с источниками информации различного уровня</p> <p>З-1 - Сформулировать основные показатели энергоэффективности оборудования на основе основных законов гидрогазодинамики и теплообмена</p> <p>П-1 - Разрабатывать рекомендации по усовершенствованию существующего оборудования на основе расчетных гидродинамических и тепловых параметров</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор современных предложений для роста эффективности теплообменного оборудования</p> <p>У-1 - Обобщать существующие знания закономерности для</p>	<p>Домашняя работа Контрольная работа Практические/семинарские занятия Экзамен</p>

<p>оборудования и минимизации потерь теплоты</p>	<p>использования при подборе способов модернизации теплотехнического оборудования У-2 - Формулировать основные конструктивные и режимные параметры работы тепловых и теплотехнологических установок</p>	
<p>ПК-9 -Способен создавать математические модели процессов, явлений и объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с использованием пакетов прикладных программ</p>	<p>Д-2 - Производить анализ научно-исследовательской литературы и публикаций Д-3 - Иметь практический опыт работы с компьютерными технологиями различного назначения З-2 - Изложить законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к энергетическим тепломасообменным установкам различного назначения З-3 - Сделать обзор о методологии научных исследований и теории проведения инженерного эксперимента П-2 - Иметь практический опыт поставленного задания расчеты процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования У-3 - Определять оптимальные результаты теоретических и экспериментальных научных исследований</p>	<p>Домашняя работа Контрольная работа 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

1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – 0.60

Текущая аттестация на лекциях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>контрольная работа</i>	10	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – <b>0.40</b>		
Промежуточная аттестация по лекциям – <b>экзамен</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – <b>0.60</b>		
<b>2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – 0.40</b>		
Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
<i>домашняя работа</i>	14	100
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>1.00</b>		
Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям – <b>0.00</b>		
<b>3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – не предусмотрено</b>		
Текущая аттестация на лабораторных занятиях	Сроки – семестр, учебная неделя	Максимальная оценка в баллах
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям – <b>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
Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по онлайн-занятиям – <b>не предусмотрено</b>		
Промежуточная аттестация по онлайн-занятиям – <b>нет</b> Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по онлайн-занятиям – <b>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



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. Практически/семинарские занятия

Примерный перечень тем

1. Расчет процессов теплопереноса
2. Методы аппроксимации и интерполяции
3. Реализация моделей гидравлических и тепловых сетей
4. Реализация численных схем решения конкретных задач теплопереноса

Примерные задания

Выполнить расчет критического диаметра изоляции теплопровода для материалов с различными коэффициентами теплопроводности

Рассчитать длительность процесса расхолаживания теплопровода после остановки циркуляции

Произвести сравнение организации взаимного направления потоков теплоносителей в рекуператоре

Построить граф, описывающий тепловую сеть

Построить аналитическую зависимость определяемой экспериментально функции нескольких независимых аргументов методом Брандона

Определить температурное поле в плоском слое при стационарной теплопроводности. Левая и правая граница слоя поддерживаются изотермическими с температурами:

$T_l = 100 \text{ } ^\circ\text{C}$ ,  $T_p = 200 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Задачу решить на регулярной сетке с числом разбиений  $N = 4$  методом прогонки.

По каналу квадратного сечения, сторона которого  $a$ , протекает вода со скоростью  $w$ . Вычислить коэффициент теплоотдачи от стенки канала к воде, если средняя по длине температура воды  $t_{ж} = 40$  оС, а температура внутренней поверхности канала  $t_c = 90$  оС.

Теплофизические свойства воды при средней температуре  $t_{ж} = 40$  оС:  $\nu_{ж} = 0,659 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;  $\lambda_{ж} = 0,634$  Вт/(м·К);  $Pr_{ж} = 4,3$ , при температуре внутренней поверхности канала:  $Pr_c = 1,95$ .  
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. Модели тепловых и гидравлических сетей.

Примерные задания

Анализ механизмов транспорта тепла в газах, жидкостях и твердых телах и соответствующие модельные представления

Схема применения аппарата дробного дифференцирования для расчета потенциалов переноса и соответствующих потоков тепла (вещества) на границах исследуемых областей без реконструкции полей потенциалов внутри

Конечно-разностная формулировка задач теплопроводности (диффузии)

Аппроксимация экспериментально установленных массивов данных аналитическими выражениями на основе метода «наименьших квадратов»

Вариационная формулировка задач тепломассообмена

Аппроксимировать результаты эксперимента по исследованию теплофизических свойств веществ рядом аналитических зависимостей. Произвести сравнение вариантов.

LMS-платформа – не предусмотрена

#### **5.2.2. Домашняя работа**

Примерный перечень тем

1. Формулировка и реализация математической модели конкретного процесса тепломассопереноса.

2. Расчет температурных полей в телах простой формы с целью сравнения результатов точных и приближенных аналитических методов

3. Пример применения конкретного математического аппарата к исследованию процесса тепломассопереноса

Примерные задания

Провести расчет температур в телах простой формы с использованием модели термически тонкого тела. Оценить пределы адекватности модели

Рассчитать сравнительную эффективность ребрения поверхности для различных форм поперечного сечения ребра при прочих одинаковых параметрах

Оптимизировать структуру предлагаемого семейства линейных связей системы с использованием симплекс-метода

Аппроксимировать результаты эксперимента по исследованию теплофизических свойств веществ рядом аналитических зависимостей. Произвести сравнение вариантов LMS-платформа – не предусмотрена

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

#### **5.3.1. Экзамен**

Список примерных вопросов

1. Определить понятие термически тонкого тела. Критерий применимости модели
2. Показатели тепловой эффективности оребрения поверхностей.
3. Почему не существует критической толщины слоя изоляции на плоских поверхностях?
4. Основные матричные объекты графа тепловых и гидравлических цепей: матрица инцидентий, матрица циклов
5. Сущность симплекс-метода расчета коэффициентов системы линейных зависимостей, оптимизирующих функцию цели
6. Сущность метода наименьших квадратов при проведении аппроксимации таблично заданных функций

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.