



Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

Механико-технологический факультет

Кафедра «Сварочное производство и технология конструкционных материалов»

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе  
д-р техн. наук, проф.

\_\_\_\_\_ Н. В. Лобов  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2014 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ТЕПЛОФИЗИКЕ»**

Основная образовательная программа подготовки бакалавров  
Направление **150700 «Машиностроение»**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Профиль подготовки бакалавра

**15070005.62 «Машины и технология  
литейного производства»**

Квалификация (степень) выпускника

**бакалавр**

Специальное звание выпускника

**бакалавр-инженер**

Выпускающая кафедра:

**«Материалы, технологии и конструирование  
машин» (МТиКМ)**

Форма обучения:

**очная**

Курс: **3.**

Семестр(ы): **5**

Трудоёмкость:

- кредитов по рабочему учебному плану: **2 ЗЕ**
- часов по рабочему учебному плану: **72 ч**

Виды контроля:

Экзамен: - Зачёт: **- 5 семестр** Курсовой проект: - Курсовая работа: -

**Пермь  
2014**

## 4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

### Модуль 1. Теплопроводность и теплопередача.

#### Раздел 1. Теплопроводность и теплопередача.

Л – 6 ч, ПЗ – 12 ч, СРС – 18 ч.

Тема 1. **Основные понятия и определения.** Теория теплообмена как специальная теплотехническая дисциплина, этапы исторического развития. Значение дисциплины для последующего изучения специальных курсов и для практической деятельности. Способы распространения теплоты: теплопроводность, конвекция, излучение, их сравнительный анализ. Теплоотдача и теплопередача. Интенсификация процессов теплообмена. Тепловой поток, плотность теплового потока. Температурное поле, температурный градиент.

Тема 2. **Основные законы и уравнения теории теплопроводности.** Теплопроводность, как механизм передачи теплоты в твердом теле. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его физический смысл. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Условия однозначности: геометрические, теплофизические, краевые. Тепловые граничные условия. Теплопроводность при стационарном режиме. Температурное поле плоской и цилиндрической стенки (однослойной и многослойной). Термическое сопротивление контакта, методика оценки контактных сопротивлений. Безразмерная формулировка краевой задачи теплопроводности. Критерии Био и Фурье, их физический смысл. Теплопроводность при нестационарном режиме. Расчет времени нагрева и охлаждения тел. Метод регулярного теплового режима.

Тема 3. **Теплопередача.** Определение явления теплопередачи. Коэффициент теплопередачи. Теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Теплопередача через ребристые стенки. Коэффициент эффективности ребер.

### Модуль 2. Конвективный и лучистый теплообмен. Теплообменные аппараты.

#### Раздел 2. Конвективный и лучистый теплообмен. Теплообменные аппараты.

Л – 6 ч, ПЗ – 10 ч, СРС – 18 ч.

Тема 4. **Конвективный теплообмен.** Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Свободная и вынужденная конвекция. Ламинарный и турбулентный режим течения. Математическая постановка и пути решения краевой задачи конвективного теплообмена. Основы теории подобия. Определяемый и определяющие критерии подобия. Виды уравнений подобия конвективного теплообмена. Определяющая температура и определяющий размер. Методы осреднения температуры теплоносителей. Теоремы теории подобия, константы, индикаторы, числа подобия, их свойства, определяющие и определяемые числа подобия. Приложение теории подобия - теория физического эксперимента, моделирование, математический эксперимент. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободном и вынужденном движении среды. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.

Тема 5. **Теплообмен излучением.** Физическая сущность лучистого теплообмена, виды потоков излучения и радиационные характеристики тел. Основные законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа). Лучистый теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Защита от теплового излучения. Сложный теплообмен. Моделирование сложного теплообмена граничными условиями третьего рода.

Тема 6. **Основы массообмена. Теплообменные аппараты.** Основы массообмена. Закон Фика. Формулы для потоков массы. Коэффициенты массопереноса. Теплообменные устройства. Назначение, классификация и схемы теплообменных аппаратов. Конструктивные особенности теплообменников рекуперативного, регенеративного и смешительного типов. Основные принципы теплового расчета теплообменников. Прямой и проверочный расчеты рекуперативного теплообменника.

Определение среднего температурного<sup>3</sup> перепада и коэффициента теплопередачи, основные расчетные соотношения, определение температуры теплоносителя на выходе из теплообменника, расчет поверхности теплообмена.

#### 4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	Тема 1	Определение теплофизических характеристик основных рабочих тел
2	Тема 2	Расчет теплопроводности плоской и цилиндрической стенки при стационарном режиме.
3	Тема 2	Расчет теплопроводности тел простой формы при нестационарном режиме.
4	Тема 2	Определение коэффициента теплопроводности твердого тела методом трубы
5	Тема 3	Расчет и анализ теплопередачи через многослойную стенку. Выбор тепловой изоляции (4 часа)
6	Тема 4	Математическая постановка и решение задачи конвективного теплообмена при свободном движении среды
7	Тема 4	Математическая постановка и решение задачи конвективного теплообмена при вынужденном движении среды
8	Тема 4	Исследование теплоотдачи при свободном движении воздуха
9	Тема 5	Расчет теплового излучения. Выбор тепловой защиты
10	Тема 6	Расчет теплообменных аппаратов

#### 4.4 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.3 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер раздела дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	Подготовка к практическим занятиям (по темам 1,2,3)	15
	Изучение теоретического материала (по теме 2)	3
2	Изучение теоретического материала (по теме 4)	3
	Подготовка к практическим занятиям (по темам 4,5,6)	15
	Итого: в ч / в ЗЕ	36 / 1

#### Вопросы для самостоятельного изучения:

Тема 2. Безразмерная формулировка краевой задачи теплопроводности. Критерии Био и Фурье, их физический смысл. Теплопроводность при нестационарном режиме. Расчет времени нагрева и охлаждения тел. Метод регулярного теплового режима.

Тема 4. Критериальные уравнения теплоотдачи при свободном и вынужденном движении среды. Отдельные задачи конвективного теплообмена в однофазной среде. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах и каналах. Теплоотдача при свободном движении теплоносителя. Внешнее обтекание тел простой формы. Конвективный теплообмен в замкнутом объеме.

### **6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций**

#### **1) Зачёт**

Зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого текущего и промежуточного контроля, при защите всех тем, предусмотренных для самостоятельной работы студентов.

#### **2) Экзамен**

Не предусмотрен.