

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института энергетики  
и автоматизированных систем  
С.И. Лукьянов

1 » декабря 2015 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ТЕПЛОТЕХНИКА**

Направление подготовки (специальность)  
**21.05.04 Горное дело**

Специализация  
**Обогащение полезных ископаемых**

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения  
очная

Институт  
Кафедра  
Курс  
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем  
Теплотехнических и энергетических систем  
3  
6

Магнитогорск  
2015 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по Направление подготовки (специальность) 21.05.04 Горное дело МОиН РФ 17.10.2016 г. № 1298.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры теплотехнических и энергетических систем 24.11.2015 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Е.Б. Агапитов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института энергетики и автоматизированных систем 26.11.2015 г., протокол № 5

Председатель  С.И. Лукьянов

Согласовано:  
Зав. кафедрой

 И.А. Гришин


Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ТиЭС, к.т.н.

 Е.Г. Нешпоренко

Рецензент:

Зам. начальника ЦЭСТ ПАО «ММК», к.т.н.

 В.Н. Михайловский



## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теплотехника» является изучение основных понятий и законов термодинамики, теплопередачи, термодинамических процессов и циклов энергетических установок, способов передачи теплоты и основ теплового расчета фундаментальных законов переноса теплоты, современной теории теплообмена и применение их в тепловых расчетах нагрева и охлаждения тел различной формы с различными теплофизическими свойствами, горения газообразного, жидкого и твердого топлива.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Курс «Теплотехника» входит в базовую часть образовательной программы по направлению подготовки (специальность) 21.05.04 «Горное дело» со специализацией «Обогащение полезных ископаемых».

Успешное усвоение материала предполагает знание студентами основных положений следующих дисциплин: Математика: дифференциальное и интегральное исчисления; Физика: Термодинамика., Химия.

Знания, полученные студентами при изучении курса «Теплотехника» необходимы при выполнении научно-исследовательских и выпускной квалификационной работ.

Материал дисциплины базируется на ранее изученном материале комплекса общеобразовательных и специальных дисциплин, который обеспечивает формирование требуемого уровня компетенции обучающегося и подготовки по направлению подготовки (специальность) 21.05.04 «Горное дело» со специализацией «Обогащение полезных ископаемых».

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Теплотехника» студент должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОК-1. Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	
Знать:	Основные существующее действующее теплотехническое оборудование промышленных производств; направления совершенствования и тенденции мирового развития в области теплотехнического оборудования
Уметь:	Определять основное существующее действующее теплотехническое оборудование промышленных производств; определять пути совершенствования области теплотехнического оборудования
Владеть:	Методами сбора и представления информации для определения основного действующего теплотехнического оборудования промышленных производств; навыками критического анализа направлений совершенствования в области теплотехнического оборудования
ПК-14. Готовностью участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов	
Знать:	Базовые знания в области естественнонаучных дисциплин; основные проблемы естественнонаучных дисциплин; основные методы решения

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	проблем естественнонаучных дисциплин.
Уметь:	Выбрать методики базовых знаний в области естественнонаучных дисциплин; грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы; грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы и решить её разными способами.
Владеть:	Навыками проведения анализа поставленной задачи; навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи; навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи и решить её разными способами.

#### 4 Структура и содержание дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы 108 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 55,9 акад. часа:
  - аудиторная – 54 акад. часа;
  - внеаудиторная – 1,9 акад. часа;
- самостоятельная работа – 52,1 акад. часа;

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторн. занятия				
Раздел 1. Понятие термодинамики							
Тема 1.1. Термодинамика и механика газов. Основные сведения. Энтальпия, теплота. Основные уравнения течения газа. Основные сведения из механики газов.	6	6	3	8	Самостоятельное изучение учебной литературы. Раздел 6, п. 6.1.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе	ОК-1 ПК-14 зув
Тема 1.2. Режимы движения жидкости. Истечение газа через отверстия. Уравнение Бернулли. Струйное движение газа. Тепло- и массоперенос. Явления, законы и уравнения переноса вещества, тепла и импульса: теплопроводность, конвекция, излучение, диффузия.	6	6	3	8	Самостоятельное изучение учебной литературы; подготовка ИДЗ №1. Раздел 6, п. 6.1.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе; расчет практического задания.	ОК-1 ПК-14 зув

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторн. занятия				
<b>Итого по разделу 1</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>16</b>			
Раздел 2. Понятие теплопередачи							
Тема 2.1. Теплопроводность. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплопроводность при стационарном и нестационарном режиме. Теплопередача.	6	6	3/ЗИ	8	Самостоятельное изучение учебной литературы; ИДЗ №2. Раздел 6, п. 6.1.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе; расчет практического задания.	ОК-1 ПК-14 зув
Тема 2.2. Конвективный тепло- и массоперенос при свободном и вынужденном течении. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Радиационный тепло- и массоперенос. Основные понятия и законы. Виды лучистых потоков. Сложный теплообмен.	6	6	3/ЗИ	8	Самостоятельное изучение учебной литературы; ИДЗ №3. Раздел 6, п. 6.1.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе; расчет практического задания.	ОК-1 ПК-14 зув

Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторн. занятия				
<b>Итого по разделу 2</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6/6И</b>	<b>16</b>			
Раздел 3. Понятие теплогенерации							
Тема 3.1. Теплогенерация за счет сжигания топлива. Основные характеристики топлива. Основы теории горения.	6	6	3/ИИ	8	Самостоятельное изучение учебной литературы; ИДЗ №4. Раздел 6, п. 6.1	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе; расчет практического задания.	ОК-1 ПК-14 зув
Тема 3.2. Расчеты полного и неполного горения топлива. Устройства для сжигания топлива. Теплогенерация за счет электроэнергии.	6	6	3/ЗИ	12,1	Самостоятельное изучение учебной литературы; ИДЗ №5. Раздел 6, п. 6.1.	Конспект лекций; отчет по лабораторной работе; расчет практического задания.	ОК-1 ПК-14 зув
<b>Итого по разделу 3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>6/4И</b>	<b>20,1</b>			



Раздел/тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)		Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лабораторн. занятия				
Промежуточная аттестация	6				Подготовка к зачету. П. 6.3.	<b>Промежуточная аттестация - зачет</b>	ОК-1 ПК-14 зув
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>6</b>	<b>36</b>	<b>18/10И</b>	<b>52,1</b>			

## 5 Образовательные и информационные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины «Теплотехника» в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно-компетентностные технологии. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, и тестированию.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

### 6.1. Перечень вопросов для текущего контроля

Раздел 1: тема 1.1.

1. Что такое уравнение состояния? Написать уравнение состояния идеального газа.
2. Что такое термодинамический процесс? Объяснить понятия равновесный и неравновесный процессы.
3. Что такое массовая, объемная, мольная теплоемкость? Изобарная и изохорная теплоемкость?
4. Почему изобарная теплоемкость больше изохорной? Какая связь между ними?
5. Почему теплоемкость зависит от процесса? Дайте значения теплоемкостей для основных процессов изменения состояния.
6. Напишите аналитические выражения I закона термодинамики через энтальпию и внутреннюю энергию, объясните их. Объясните содержание закона.
7. Напишите аналитическое выражение II закона термодинамики. Содержание и основные формулировки II закона термодинамики.
8. Что такое обратимые и необратимые процессы? Изменение энтропии системы в необратимых процессах. Изменение энтропии в адиабатных процессах.
9. Как может изменяться энтропия в изолированной системе при протекании в ней различных термодинамических процессов?

Раздел 1: тема 1.2.

1. Какие режимы течения жидкости бывают?
2. Что определяет число подобия Рейнольдса?
3. Что определяют число подобия Эйлера?
4. Каков физический смысл уравнения Бернулли.
5. Что такое бародиффузия?
6. Каковы особенности бародиффузии.
7. В чем физическое отличие теплопереноса от тепломассопереноса.

Раздел 2: тема 2.1.

1. Способы переноса теплоты, их основные закономерности. Каков механизм процесса теплопроводности в газах, жидкостях и твердых веществах?

2. Понятие температурного поля.
3. Физическая сущность процесса переноса теплоты теплопроводностью.
4. Сформулируйте основной закон теплопроводности.
5. Понятие градиента температуры.
6. Что называется коэффициентом теплопроводности, его размерность, обозначение.
7. Как зависит коэффициент теплопроводности от температуры?
8. называется стационарным?
9. Записать дифференциальное уравнение теплопроводности для стационарного режима.
10. Коэффициент теплопередачи для плоской стенки.
11. Коэффициент теплопередачи для цилиндрической стенки.
12. Понятие нестационарного теплового режима.
13. Что называется коэффициентом температуропроводности, его размерность, обозначение, физический смысл.
14. Понятие безразмерной температуры.
15. Число Био, его физический смысл.
16. Формула и физический смысл числа Фурье.
17. Показать распределение температуры внутри термически тонкого тела.
18. Принцип расчета нагревания или охлаждения тел конечных размеров.
19. Какие теплообменные аппараты работают при нестационарном тепловом режиме?

#### Раздел 2: тема 2.2.

1. В каких средах возможна конвекция?
2. Какие виды конвективного теплообмена вам известны?
3. Какие теплофизические свойства жидкостей вам известны?
4. Что понимается под вязкостью жидкости, какие виды вязкости вам известны?
5. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен.
6. Режимы движения жидкости.
7. Как происходит перенос теплоты в ламинарном и турбулентном потоках?
8. Сформулируйте основной закон конвективного теплообмена (теплоотдачи конвекцией).
9. Что характеризует число Нуссельта, его физический смысл.
10. Понятие динамического пограничного слоя.
11. Понятие теплового пограничного слоя.
12. От чего зависит соотношение толщин динамического и теплового пограничных слоев?
13. Общий вид уравнения подобия, используемого для расчета теплоотдачи при вынужденной конвекции
14. Критическое значение числа Рейнольдса при течении жидкостей в трубах.
15. Физическая природа процесса теплоотдачи при свободной конвекции.
16. Факторы, влияющие на интенсивность теплоотдачи при свободной конвекции.
17. Число Грасгофа, его физический смысл.
18. Влияние на интенсивность теплообмена расположения поверхности в пространстве.
19. Принцип расчета переноса теплоты через узкие щели с учетом свободной конвекции.
20. Физическая сущность процесса теплового излучения.

#### Раздел 3: тема 3.1.

1. Дайте определение процесса горения.
2. Коэффициент избытка воздуха и его физический смысл.
3. Теплогенерация за счет выгорания примесей (приведите пример)
4. Температура воспламенения топлива: понятие и физический смысл.
5. Температура горения: понятие и физический смысл

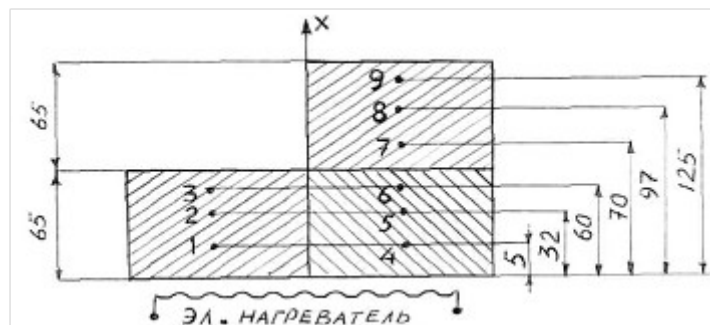
Раздел 3: тема 3.2.

1. В чем отличие полного горения от неполного.
2. Чем опасно неполное горения для экологии
3. Способы борьбы с неполным горением.
4. Устройство и принцип работы горелок эжекционного типа
5. Устройство и принцип работы топок для слоевого сжигания топлива.
6. Основы теплогенерации за счет электрической энергии (индукционный нагрев, диэлектрический, электронно-лучевой.)

### 6.2 примерные темы ИДЗ

#### ИДЗ №1

Даны одно и двухслойная кирпичные стенки. Определить плотность теплового потока теплопроводностью, конвекцией, излучением для исходных данных:



Однослойная стенка			Двухслойная стенка						Температура воздуха в лаборатории	
1	2	3	4	5	6	7	8	9		
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	
224	214	192	202	177	155	147	125	95	25	

#### ИДЗ №2

Трубопровод  $d_1/d_2=14/16$  из стали с коэффициентом теплопроводности  $46 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$  теплоизолирован стекловатой с коэффициентом теплопроводности  $0,055 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$ . Внутри протекает вода с температурой  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлением  $4 \text{ кгс/см}^2$ . Коэффициент теплоотдачи от воды к внутренней поверхности трубы  $2000 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ . Температура окружающей среды  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Какой должна быть толщина тепловой изоляции, чтобы тепловые потери снизились в 2 раза при неизменном коэффициенте теплоотдачи с поверхности трубы и изоляции  $15 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$ ?

#### ИДЗ №3

Определить число Рейнольдса  $Re$  при обтекании пластины длиной  $l=5 \text{ м}$  сухим воздухом при температуре  $t=30 \text{ }^\circ\text{C}$  со скоростью  $w=2 \text{ м/с}$ , если коэффициент кинематической вязкости равен  $\nu=16\cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ .

#### ИДЗ №4

Задан состав каменного угля на горючую массу топлива, %: Сг, Ог, Нг, Sг, Nг, зольность приведена на сухую массу Ас, влажность на рабочую массу W<sub>1</sub><sup>p</sup>. Определить состав топлива на рабочую массу топлива при влажности W<sub>1</sub><sup>p</sup>, и подсушенного топлива при влажности W<sub>2</sub><sup>p</sup>.

Состав каменного угля, %								
№	Сг	Нг	Nг	Ог	Sг	Ас	W <sub>1</sub> <sup>p</sup>	W <sub>1</sub> <sup>p</sup>
1	76, 0	5,5	1,6	11, 7	5,2	17,5	13,0	5,0

#### ИДЗ №5

Определить коэффициент избытка воздуха  $\alpha$ , если известно содержание CO<sub>2</sub>,% в сухих продуктах сгорания, при полном сжигании природного газа.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
CO <sub>2</sub> ,%	11,4	11,2	11,0	10,8	10,6	10,4	10,2	10,0	9,8	9,6

6.3. *Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:*

1. Основные закономерности механики печных газов.
2. Свободные и частично ограниченные струйные течения.
3. Ограниченные струйные течения. Инжектор и эжектор.
4. Потери энергии при движении газов.
5. Виды переноса теплоты. Основные понятия и определения.
6. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Граничные условия.
7. Коэффициент теплопроводности сталей и факторы, влияющие на него.
8. Стационарная и нестационарная теплопроводность
9. Конвективный теплообмен при свободном и вынужденном движении газов.
10. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.
11. Теплообмен излучением. Виды лучистых потоков.
12. Особенности излучения газов.
13. Теплообмен излучением между телами, произвольно расположенными в пространстве.
14. Угловые коэффициенты излучения.
15. Теплообмен излучением при наличии экранов между поверхностями.
17. Основы теории подобия и моделирования теплотехнических и теплоэнергетических процессов и оборудования.
18. Основы расчета нагрева «тонких» и «массивных» заготовок.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОК-1. Способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу		
Знать:	<p>Основные существующее действующее теплотехническое оборудование промышленных производств; направления совершенствования и тенденции мирового развития в области теплотехнического оборудования</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные объекты теплотехнологий промышленных производств.</li> <li>2. Определение объектов теплотехнологий, в которых преимущественно применяются законы гидрогазодинамики.</li> <li>3. Определение объектов теплотехнологий, в которых преимущественно применяются законы аэродинамики.</li> <li>4. Определение объектов теплотехнологий, в которых преимущественно применяются закон Фурье.</li> <li>5. Определение объектов теплотехнологий, в которых преимущественно применяются закон Ньютона-Рихмана.</li> <li>6. Определение объектов теплотехнологий, в которых преимущественно применяются закон Стефана-Больцмана.</li> <li>7. Определение объектов теплотехнологий, в которых преимущественно применяются закон диффузии.</li> <li>8. Определение объектов теплотехнологий, в которых преимущественно применяются законы термохимии (в части сгорания энергетического топлива).</li> </ol>
Уметь:	<p>Определять основное существующее действующее теплотехническое оборудование промышленных производств; определять пути совершенствования области теплотехнического оборудования</p>	<p><b>Примерное практическое задание</b></p> <p>Задания для написания рефератов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Объекты теплотехнологий промышленных производств.</li> <li>2. Объекты теплотехнологий, в которых преимущественно применяются законы гидрогазодинамики.</li> <li>3. Объекты теплотехнологий, в которых преимущественно применяются законы аэродинамики.</li> <li>4. Объекты теплотехнологий, в которых преимущественно применяются</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>закон Фурье.</p> <p>5. Объекты теплотехнологий, в которых преимущественно применяются закон Ньютона-Рихмана.</p> <p>6. Объекты теплотехнологий, в которых преимущественно применяются закон Стефана-Больцмана.</p> <p>7. Объекты теплотехнологий, в которых преимущественно применяются закон диффузии.</p> <p>8. Объекты теплотехнологий, в которых преимущественно применяются законы термодинамики (в части сгорания энергетического топлива).</p>
Владеть:	<p>Методами сбора и представления информации для определения основного действующего теплотехнического оборудования промышленных производств; навыками критического анализа направлений совершенствования в области теплотехнического оборудования</p>	<p><b>Пример задания на решение задач из профессиональной области:</b></p> <p>Для поддержания необходимой температуры в шахте обеспечивается циркуляция воздуха. Выполнить:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Провести литературный обзор по представленной тематике.</li> <li>2. Рассчитать холодильную установку для обеспечения комфортной температуры в шахте.</li> <li>3. Нарисовать схему энергообеспечения.</li> </ol>
<b>ПК-14. Готовностью участвовать в исследованиях объектов профессиональной деятельности и их структурных элементов</b>		
Знать:	<p>Базовые знания в области естественнонаучных дисциплин; основные проблемы естественнонаучных дисциплин; основные методы решения проблем естественнонаучных дисциплин.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. В каких единицах измеряется количество теплоты? <ol style="list-style-type: none"> <li>1. °С;</li> <li>2. кг/м;</li> <li>3. Дж;</li> <li>4. Н/м.</li> </ol> </li> <li>2. Теплопроводность каких материалов наибольшая? <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Металлов;</li> <li>2. Газов;</li> <li>3. Твердых тел - диэлектриков;</li> <li>4. Жидкостей.</li> </ol> </li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>3. От каких параметров зависит коэффициент теплопроводности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. От вида движения жидкости;</li> <li>2. От температуры и физических свойств веществ;</li> <li>3. От массы и площади поверхности тела;</li> <li>4. От количества подведенной теплоты.</li> </ol> <p>4. Какое из уравнения плотности теплового потока соответствует переносу теплоты теплопроводностью через однослойную плоскую стенку:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>q = \frac{\delta}{\lambda}(t_2 - t_1)</math> ;</li> <li>2. <math>q = -\lambda \text{grad} t</math> ;</li> <li>3. <math>q = \alpha(t_2 - t_1)</math> ;</li> <li>4. <math>q = \frac{\lambda}{\delta}(t_2 - t_1)</math> .</li> </ol> <p>5. По какому из уравнений рассчитывается теплопередача через стенку?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>q = \frac{\lambda(t_{c1} - t_{c2})}{\delta}</math></li> <li>2. <math>q = \frac{t_{c1} - t_{c(n+1)}}{\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}}</math></li> <li>3. <math>q = \frac{t_{жс1} - t_{жс2}}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}}</math></li> </ol> <p>6. Указать, какому интервалу значений коэффициента <math>\lambda</math> соответствует</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>теплопроводность сталей.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 20 – 50 Вт/(м °С )</li> <li>2. 0,07 – 4 Вт/(м °С )</li> <li>3. 0,007 – 0,07 Вт/(м °С)</li> </ol> <p>7. В каких единицах измеряется коэффициент теплопроводности?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\frac{Вт}{м^2}</math> ;</li> <li>2. <math>\frac{Вт}{м^2 \cdot град}</math> ;</li> <li>3. <math>\frac{Вт}{м \cdot град}</math> ;</li> <li>4. <math>Вт</math> .</li> </ol> <p>8. Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. От одной среды к другой;</li> <li>2. Внутри твердых стенок;</li> <li>3. От одной среды к другой через разделительную стенку;</li> <li>4. От жидкостей к твердым стенкам.</li> </ol> <p>9. Число Фурье определяет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Режим движения жидкости;</li> <li>2. Термическую массивность тел;</li> <li>3. Безразмерное время нагрева;</li> <li>4. Физические параметры вещества.</li> </ol> <p>10. При каких значениях числа Био тело является термически тонким:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>Bi \rightarrow 0</math> ;</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>2. <math>Bi \rightarrow \infty</math> ;</p> <p>3. <math>Bi &lt; 0</math> ;</p> <p>4. <math>Bi \leq 0,25</math> .</p> <p>11. Какое число подобия является определяемым при расчетах конвективного теплообмена?</p> <p>1. <math>Pr</math> ;</p> <p>2. <math>Nu</math> ;</p> <p>3. <math>Re</math> ;</p> <p>4. <math>Gr</math> .</p> <p>12. Каким уравнением подобия характеризуется вынужденная конвекция?</p> <p>1. <math>Nu = f(Gr, Pr)</math> ;</p> <p>2. <math>Nu = f(Re, Pr)</math> ;</p> <p>3. <math>Nu = f(Fo, Pr)</math> ;</p> <p>4. <math>Nu = f(Bi, Pr)</math></p> <p>13. Какие значения <math>Re</math> соответствуют турбулентному режиму движения жидкости в трубах (каналах)</p> <p>1. <math>Re &gt; 1300</math> ;</p> <p>2. <math>Re &lt; 9300</math> ;</p> <p>3. <math>Re &gt; 10300</math> ;</p> <p>4. <math>Re &gt; 2300</math> .</p> <p>14. Число Рейнольдса определяется по формуле</p>



Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	<p>дисциплин; грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы; грамотно поставить задачу, подобрать методику исследования и решения поставленной проблемы и решить её разными способами.</p>	<p>по 4 мм каждый. Между стеклами находятся слои сухого неподвижного воздуха толщиной 10 мм. Площадь поверхности окна 3 м<sup>2</sup>. Разность температур на внешних поверхностях стекол 30 °С. Определить потери теплоты через окно, если коэффициенты теплопроводности стекла <math>\lambda_{ст} = 0,74 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>, воздуха <math>\lambda_{возд} = 2,45 \cdot 10^{-2} \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>.</p> <p>2. ЗАДАЧА. Определить плотность теплового потока (<math>q</math>, Вт/м<sup>2</sup>) в процессе теплопередачи от дымовых газов к кипящей пароводяной смеси через стальную стенку толщиной <math>\delta = 8</math> мм. Температура газов <math>t_1 = 1000</math> °С, температура смеси <math>t_2 = 200</math> °С. Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке <math>\alpha_1 = 40 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}</math>, от стенки к пароводяной смеси <math>\alpha_2 = 4000 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}</math>, коэффициент теплопроводности стенки <math>\lambda = 40 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>. Рассчитать также температуры стенки с обеих сторон <math>t_{c1}</math> и <math>t_{c2}</math>.</p> <p>3. ЗАДАЧА: Какую толщину должна иметь изоляция, если ее наложить на плоскую стальную стенку толщиной 20 мм, чтобы тепловые потери уменьшились в два раза. Коэффициент теплопроводности стали <math>\lambda_m = 40 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>, а материала изоляции <math>\lambda_{и} = 0,125 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>, коэффициент теплоотдачи с одной стороны стенки <math>\alpha_1 = 500 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}</math>, а с другой <math>\alpha_2 = 80 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}</math>.</p> <p>4. ЗАДАЧА. По чугунному трубопроводу диаметром <math>d_2 = 50</math> мм, <math>d_1 = 44</math> мм движется пар с температурой 315 °С. Коэффициент теплоотдачи от пара к трубе <math>\alpha_1 = 120 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}</math>. Температура окружающего воздуха 20 °С, коэффициент теплоотдачи <math>\alpha_2 = 12 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}</math>. Найти тепловые потери, если трубопровод изолирован слоем пеношамота <math>\delta = 50</math> мм. <math>\lambda_{пеношамота} = 0,3 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>, <math>\lambda_{чугуна} = 90 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>.</p> <p>5. ЗАДАЧА. Для уменьшения потерь теплоты от паропровода диаметром <math>d_2 = 25</math> мм предлагаются изоляционные материалы: асбест <math>\lambda = 0,151 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>, стекловата <math>\lambda = 0,047 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}</math>. Какой материал целесообразнее</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		принять в качестве изоляции, если коэффициент теплоотдачи к окружающей среде $\alpha_2 = 8 \text{ Вт/м}^2\text{К}$ .
Владеть:	<p>Навыками проведения анализа поставленной задачи; навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи; навыками проведения анализа поставленной задачи, выбора методики решения поставленной задачи и решить её разными способами.</p>	<p><b>Пример задания на решение задач из профессиональной области:</b></p> <p>Задача 1. Плоская печная стенка состоит из слоя огнеупорного материала толщиной <math>S_1</math>, м и теплоизоляционного слоя толщиной <math>S_2</math>, м. Коэффициенты теплопроводности слоев равны: первого <math>\lambda_1</math>, Вт/(м К), второго <math>\lambda_2</math>, Вт/(м К). Температура газов омывающих внутреннюю поверхность стенки <math>t_g</math>, С; коэффициент теплоотдачи к внутренней стенке <math>\alpha_1</math>, Вт/(м·К); от наружной стенки к воздуху <math>\alpha_2</math>, Вт/(м·К). Площадь стен <math>f</math>, м. Температура воздуха, омывающего наружную поверхность стенки <math>t_v</math>, °С.</p> <p>Необходимо определить:</p> <p>а) общее тепловое сопротивление от газов и воздуху - <math>R</math>, Общий коэффициент теплопередачи <math>K</math>, плотность теплового потока <math>q</math> и количество теплоты <math>Q</math>, теряемое стенкой при трех вариантах указанных в таблице 2;</p> <p>б) найти температуры в стыке слоев <math>t_1, t_2, t_3</math> для тех же вариантов;</p> <p>в) построить для третьего варианта графики распределения температуры в координатах <math>t-S</math> и <math>t-R</math>; сравнить с температурами, полученными аналитическим путем ( по формулам);</p> <p>г) определить снижение потерь тепла во втором и третьем вариантах по сравнению с первым (в процентах). Потери при первом варианте принимаются за 100%;</p> <p>д) результаты расчетов представить в виде таблицы 1 (Прил. 1.) и сделать выводы о роли тепловой изоляции для снижения потерь тепла через кладку. Варианты задачи даны в таблице 2 (Прил. 2).</p>

Приложение 1

	Варианты задачи	R	K	q	Q	Температура, °C				
						t <sub>r</sub>	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	t <sub>3</sub>	t <sub>в</sub>
1	Без тепловой изоляции									
	тепловые показатели									
	температуры полученные									
	аналитически									
	графически									
2	С тепловой изоляцией									
	тепловые показатели									
	температуры полученные									
	аналитически									
	графически									
3	С удвоенной тепловой изоляцией									
	тепловые показатели									
	температуры полученные									
	аналитически									
	графически									
4	Снижение потерь теплоты по сравнению:									
	с первым вариантом									
	с вторым вариантом									
	с третьим вариантом									

Приложение 2

№ варианта	Данные условия задачи №1								
	S <sub>1</sub> , м	S <sub>2</sub> , м	λ Вт/мК	λ, Вт/мК	t <sub>r</sub> , °C	t <sub>в</sub> , °C	α <sub>1</sub> , Вт/м²К	α <sub>2</sub> , Вт/м²К	f
1	0,23	0,115	1,0	0,1	1000	15	100	20	15
2	0,23	0,23	1,2	0,1	900	10	120	20	12
3	0,46	0,065	0,9	0,3	1200	20	80	19	18
4	0,46	0,115	1,3	0,2	1350	5	150	18	15

№ варианта	Данные условия задачи №1								
	$S_1$ , м	$S_2$ , м	$\lambda$ Вт/мК	$\lambda$ , Вт/мК	$t_r$ , °С	$t_b$ , °С	$\alpha_1$ , Вт/м <sup>2</sup> К	$\alpha_2$ , Вт/м <sup>2</sup> К	f
5	0,345	0,23	1,2	0,4	850	10	120	20	11
6	0,23	0,115	1,1	0,3	850	8	110	21	10
7	0,345	0,065	1,4	0,2	900	20	130	17	14
8	0,46	0,10	1,6	0,1	1200	30	100	15	17
9	0,23	0,130	1,1	0,15	900	10	120	15	13
10	0,46	0,23	1,0	0,3	1300	15	140	16	12
11	0,46	0,13	0,9	0,35	1200	10	130	17	15
12	0,46	0,10	1,0	0,25	1250	5	115	20	18
13	0,23	0,23	1,1	0,3	800	15	100	19	10
14	0,23	0,115	0,9	0,3	800	20	110	15	12
15	0,345	0,10	1,2	0,1	1000	30	115	15	14
16	0,345	0,23	1,0	0,2	1100	10	110	18	10
17	0,345	0,115	1,3	0,2	1000	10	125	20	11
18	0,46	0,23	1,1	0,1	800	5	100	20	18
19	0,46	0,115	1,3	0,2	1000	20	15	17	20
00	0,23	0,23	1,1	0,1	800	5	100	20	18

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.**

Для получения зачета по дисциплине студент должен показать следующие знания, умения и навыки по использованию и внедрению результатов образовательной деятельности:

Для получения зачета по дисциплине студент должен показать следующие знания, умения и навыки по использованию и внедрению результатов образовательной деятельности:

– на оценку «**зачтено**»:

Студент должен показать уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

Студент должен предоставить выполненное задание, в котором были бы отражены проблемы, касающиеся всех аспектов изучаемой дисциплины.

– на оценку «**не зачтено**»:

Студент не владеет терминологией изучаемой дисциплины;

Студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации изучаемой дисциплины;  
Не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.



## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) Основная литература:

1. Дзюзер, В.Я. Теплотехника и тепловая работа печей [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Я. Дзюзер. Санкт-Петербург: Лань. 2017. 384 с.  
Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93750/#1>
2. Смирнов, В. Г. Теплофизика: учебное пособие / В. Г. Смирнов, В. В. Дырдин, Т. Л. Ким. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2018. — 171 с. — ISBN 978-5-00137-007-9. Режим доступа URL: <https://e.lanbook.com/book/115162>

### б) дополнительная литература:

1. Кудинов, А.А. Газодинамика: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Кудинов. М.: ИНФРА-М. 2018. 336 с. <http://znanium.com/catalog/product/918073>
2. Кудинов, А.А. Теплообмен: Учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Кудинов. М.: НИЦ ИНФРА-М. 2015. 375 с. <http://znanium.com/catalog/product/463148>
3. Брюханов, О.Н. Шевченко, С.Н. Теплообмен: Учебник [Текст] / О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко. М.: НИЦ Инфра-М. 2012. 464 с.  
<http://znanium.com/catalog/product/258657>.
4. Кудинов, А. А. Горение органического топлива: Учебное пособие / Кудинов А.А. - Москва :НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 390 с. (Высшее образование: Бакалавриат) ISBN 978-5-16-009439-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/441989>

### в) методические указания:

1. Матвеева, Г. Н. Экспериментальное исследование процессов теплообмена : учебное пособие/ Г. Н. Матвеева, Ю. И. Тартаковский, Б. К. Сеничкин. - 2-е изд., подгот. по печ. изд. 2008 г. - Магнитогорск: МГТУ, 2011. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=989.pdf&show=dcatalogues/1/1119153/989.pdf&view=true> . - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Пинтя, Т. Н. Экспериментальное исследование процессов термодинамики. Лабораторный практикум: учебное пособие / Т. Н. Пинтя ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1242.pdf&show=dcatalogues/1/1123323/1242.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### г) программное обеспечение и интернет-ресурсы

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Microsoft Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
Microsoft Office 2007	№135 от 17.09.2007	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	бессрочно

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL:

- [https://elibrary.ru/project\\_risc.asp](https://elibrary.ru/project_risc.asp) (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
  4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . –URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
  5. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
  6. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
  7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.
  8. Университетская информационная система РОССИЯ : научная электронная библиотека : сайт / НИВЦ ; Экономический факультет МГУ. – Москва : НИВЦ, 1997 – . – URL: <https://uisrussia.msu.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
  9. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
  10. Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
  11. Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
  12. Springer Protocols : Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний : сайт. – URL: <http://www.springerprotocols.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
  13. SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
  14. Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
  15. zbMATH : Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике : сайт. – URL: <http://zbmath.org/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
  16. Springer Nature : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <https://www.nature.com/siteindex> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

17. Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный консорциум. – Москва : НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
18. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
19. РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.
20. Расчетный сервер НИУ МЭИ. Режим доступа: [http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU\\_Book\\_New/mas/index.html](http://twf.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/mas/index.html)

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Теплотехника» предусмотрены следующие виды занятий: лекционные занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР), зачет.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатории термодинамики и теплопередачи	Комплекс лабораторных установок по технической термодинамике, комплекс лабораторных установок по изучению процессов теплопередачи; -потенциометр; -ЛАТР; -электропечи; -ротационные насосы.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования Инструменты для ремонта лабораторного оборудования
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета