

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета инженерных систем и сооружений А.И. Колосов  
«30» августа 2017 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Теплотехника»

Специальность 20.05.01 ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Специализация Пожарная безопасность

Квалификация выпускника специалист

Нормативный период обучения 5 лет / 6 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2016

Автор программы

  
/Кумицкий Б.М./

Заведующий кафедрой  
Теплогазоснабжения и  
нефтегазового дела

  
/Мелькумов В.Н./

Руководитель ОПОП

  
/Сушко Е.А./

Воронеж 2017

## **1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **1.1. Цели дисциплины**

Целью дисциплины является изучение основных газовых законов, знание которых позволяет грамотно рассматривать вопросы пожарной опасности технологических процессов, понимать проявление этих законов при устройстве и работе пожарной техники, а также изучение основных способов и законов передачи теплоты в технике, быту, при различных условиях пожара, посредством использования полученных теоретических знаний в практике пожарного дела.

### **1.2. Задачи освоения дисциплины**

В результате изучения данной дисциплины выпускники должны иметь представление: об использовании основ термодинамики и теплопередачи в пожарной охране; об основных законах термодинамики и теплопередачи; о физическом смысле основных теплофизических величин; о сущности передачи теплоты теплопроводностью, излучением, конвективным теплообменом; о понятии температурного режима. Студенты должны уметь: определять любой параметр газа из уравнения газовых законов; рассчитывать минимальное расстояние между зданиями и сооружениями; определять толщину теплоизоляционных слоев; рассчитывать температуры в любой точке конструкции в любой момент времени прогрева; вычислять толщину строительных конструкций.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП**

Дисциплина «Теплотехника» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

## **3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Процесс изучения дисциплины «Теплотехника» направлен на формирование следующих компетенций:

**ОК-7** - способностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала

**ПК-11** – способностью использовать инженерные знания для организации рациональной эксплуатации пожарной и аварийно-спасательной техники

**ПК-21** - способностью принимать с учетом норм экологической безопасности основные технические решения, обеспечивающие пожарную безопасность зданий и сооружений, технологических процессов производств, систем отопления и вентиляции, применения электроустановок нарушений требований пожарной безопасности

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>
ОК-7	знать законы термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств рабочих тел
	уметь определять меры по тепловой защите и организации систем охлаждения
	владеть навыками планирования и постановки задач математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-11	знать способы управления параметрами теплообмена
	уметь анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах
	владеть средствами и методами повышения безопасности и экологичности теплотехнических средств технологических процессов
ПК-21	знать основные законы термодинамики и теплообмена, способы передачи теплоты, методы тепломассообменных и термодинамических расчетов, свойства процессов горения топлива, виды горелочных устройств.
	уметь применять основные законы и закономерности термодинамики и тепломассообмена при решении вопросов пожарной безопасности, рассчитывать и подбирать теплотехническое оборудование.
	владеть навыками по применению закономерностей термодинамики и тепломассообмена при решении вопросов пожарной безопасности.

#### **4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины «Теплотехника» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

**очная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36

Лабораторные работы (ЛР)	18	18
<b>Самостоятельная работа</b>	90	90
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

#### **заочная форма обучения**

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	22	22
В том числе:		
Лекции	8	8
Практические занятия (ПЗ)	6	6
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
<b>Самостоятельная работа</b>	185	185
<b>Курсовая работа</b>	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	216	216
зач.ед.	6	6

## **5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий**

#### **очная форма обучения**

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Газовые смеси.	Предмет теплотехники, ее место и роль в подготовке инженерных кадров. Связь теплотехники со смежными науками. Теплотехника и системы автоматизации теплового контроля. Источники тепловой энергии. Проблема экономии топлива и защиты окружающей среды от тепловых выбросов. Разделы теплотехники: термодинамика и теплопередача. Техническая термодинамика. Феноменологический и статистический подходы. Понятия: термодинамическая система, рабочее тело, параметры состояния, процессы. Основные параметры состояния (температура, давление, удельный объем).	3	3	2	7	15
2	Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические процессы.	Внутренняя энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики, его формулировки, аналитические выражения. Энтальпия. Располагаемая и совершаемая системой работа.	3	3	2	7	15

		Понятие энтропии как параметра состояния. Статистический смысл энтропии. Второй закон термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение. Энтропия и работоспособность системы. Термодинамические циклы. Прямые и обратные циклы. КПД цикла, холодильный коэффициент обратного цикла. Цикл Карно. Термодинамическая шкала температур.					
3	Термодинамические свойства реальных веществ. Паросиловые установки.	Реальные газы и пары. Уравнение состояния. Водяной пар. Паросиловые установки. Принципиальная схема ПТУ. Цикл Ренкина, его исследование. Влияние параметров перегрева пара и параметров в конденсаторе на КПД цикла. Циклы с регенеративными отборами, с промежуточными перегревами. Теплофикационный цикл.	3	3	2	7	15
4	Тепловые двигатели, двигатели внутреннего сгорания.	Двигатели внутреннего сгорания. Схема, устройство, классификация, принцип действия. Рабочие процессы в двух- и четырехтактных ДВС. Индикаторные диаграммы. Топливо для ДВС. Термический КПД. Показатели их экономичности.	3	3	2	7	15
5	Холодильные машины.	Циклы воздушных, компрессионных холодильных установок. Холодильный коэффициент, холодопроизводительность. Другие типы холодильных установок (инжекционные, абсорбционные). Характеристики и свойства холодильных агентов.	3	3	2	7	15
6	Общие понятия теплообмена. Теплопроводность.	Теория теплообмена. Значение теплообмена в промышленных установках. Основные понятия теплообмена (тепловой поток, изотермическая поверхность, температурное поле, градиент температур). Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Стационарная теплопроводность через однослойную и многослойную плоскую стенку. Общие сведения о нестационарной теплопроводности.	3	3	2	7	15
7	Конвективный теплообмен.	Основные понятия конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи (местный и средний). Вынужденная и свободная конвекция. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Теория подобия. Критериальные уравнения.	3	3	1	8	15
8	Лучистый теплообмен.	Лучистый теплообмен. Законы отражения и поглощения. Степень черноты. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Лучистый теплообмен в топках и камерах сгорания.	3	3	1	8	15
9	Теплообменники.	Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую и плоскую стенку. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация, принцип действия, конструктивные особенности. Принципы расчета теплообменных	3	3	1	8	15

		аппаратов.					
10	Теория горения. Топочные устройства.	Виды топлив, их классификация и свойства. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Основы теории горения топлив. Организация сжигания топлива в промышленных установках. Топочные устройства. Реакция горения. Коэффициент избытка воздуха. Сжигание органических топлив.	3	3	1	8	15
11	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.	Системы теплоснабжения. Графики теплоснабжения. Режимы теплоснабжения. Применение теплоты в отрасли. Теплообеспечение предприятий автотранспорта.	3	3	1	8	15
12	Основы энергосбережения..	Охрана окружающей природной среды. Вторичные энергоресурсы. Основные направления экономии энергоресурсов.	3	3	1	8	15
<b>Итого</b>			<b>36</b>	<b>36</b>	<b>18</b>	<b>90</b>	<b>180</b>

### заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Газовые смеси.	Предмет теплотехники, ее место и роль в подготовке инженерных кадров. Связь теплотехники со смежными науками. Теплотехника и системы автоматизации теплового контроля. Источники тепловой энергии. Проблема экономии топлива и защиты окружающей среды от тепловых выбросов. Разделы теплотехники: термодинамика и теплопередача. Техническая термодинамика. Феноменологический и статистический подходы. Понятия: термодинамическая система, рабочее тело, параметры состояния, процессы. Основные параметры состояния (температура, давление, удельный объем).	1	-	1	15	17
2	Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические процессы.	Внутренняя энергия, теплота, работа. Первый закон термодинамики, его формулировки, аналитические выражения. Энтальпия. Располагаемая и совершаемая системой работа. Понятие энтропии как параметра состояния. Статистический смысл энтропии. Второй закон термодинамики. Формулировки и аналитическое выражение. Энтропия и работоспособность системы. Термодинамические циклы. Прямые и обратные циклы. КПД цикла, холодильный коэффициент обратного цикла. Цикл Карно. Термодинамическая шкала температур.	1	-	1	15	17
3	Термодинамические свойства реальных веществ. Паросиловые установки.	Реальные газы и пары. Уравнение состояния. Водяной пар. Паросиловые установки. Принципиальная схема ПТУ. Цикл Ренкина, его исследование. Влияние параметров перегретого пара и параметров в конденсаторе на КПД цикла. Циклы с регенеративными отборами, с промежуточными перегревами. Теплофикационный цикл.	1	-	1	15	17
4	Тепловые двигатели, двигатели внутреннего сгорания.	Двигатели внутреннего сгорания. Схема, устройство, классификация, принцип действия. Рабочие процессы в	1	-	1	15	17

		двух- и четырехтактных ДВС. Индикаторные диаграммы. Топливо для ДВС. Термический КПД. Показатели их экономичности.					
5	Холодильные машины.	Циклы воздушных, компрессионных холодильных установок. Холодильный коэффициент, холодопроизводительность. Другие типы холодильных установок (инжекционные, абсорбционные). Характеристики и свойства холодильных агентов.	1	-	1	15	17
6	Общие понятия теплообмена. Теплопроводность.	Теория теплообмена. Значение теплообмена в промышленных установках. Основные понятия теплообмена (тепловой поток, изотермическая поверхность, температурное поле, градиент температур). Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Стационарная теплопроводность через однослойную и многослойную плоскую стенку. Общие сведения о нестационарной теплопроводности.	1	-	1	15	17
7	Конвективный теплообмен.	Основные понятия конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи (местный и средний). Вынужденная и свободная конвекция. Ламинарный и турбулентный пограничный слой. Теория подобия. Критерийные уравнения.	1	1	1	16	19
8	Лучистый теплообмен.	Лучистый теплообмен. Законы отражения и поглощения. Степень черноты. Абсолютно черное тело. Закон Стефана-Больцмана. Лучистый теплообмен в топках и камерах сгорания.	1	1	1	16	19
9	Теплообменники.	Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую и плоскую стенку. Коэффициент теплопередачи. Уравнение теплопередачи. Теплообменные аппараты. Классификация, принцип действия, конструктивные особенности. Принципы расчета теплообменных аппаратов.	-	1	-	16	17
10	Теория горения. Топочные устройства.	Виды топлив, их классификация и свойства. Элементарный состав топлива. Теплота сгорания. Условное топливо. Основы теории горения топлив. Организация сжигания топлива в промышленных установках. Топочные устройства. Реакция горения. Коэффициент избытка воздуха. Сжигание органических топлив.	-	1	-	16	17
11	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.	Системы теплоснабжения. Графики теплотребления. Режимы теплотребления. Применение теплоты в отрасли. Теплообеспечение предприятий автотранспорта.	-	1	-	16	18
12	Основы энергосбережения..	Охрана окружающей природной среды. Вторичные энергоресурсы. Основные направления экономии энергоресурсов.	-	1	-	15	15
<b>Итого</b>			<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>185</b>	<b>207</b>

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Определение газовой постоянной воздуха и универсальной газовой постоянной.
2. Определение объемной изобарной теплоемкости воздуха.
3. Определение показателя адиабаты.
4. Измерение температуры различными методами.
5. Определение теплоемкости изоляционного материала методом цилиндрического слоя.
6. Определение коэффициента теплоотдачи от горизонтального цилиндра при естественной конвекции.
7. Определение коэффициента теплопередачи рекуперативного теплообменника типа «труба в трубе».
8. Определение степени черноты цилиндра методом сравнения.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 4 семестре для очной формы обучения, в 4 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет процессов стационарной и нестационарной теплопроводности. Расчет теплообменных аппаратов».

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- умение производить расчет стационарной и нестационарной теплопроводностей;
- умение определять неизвестные температуры на границах слоев;
- умение производить расчет теплообменного аппарата.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

<b>Компетенция</b>	<b>Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции</b>	<b>Критерии оценивания</b>	<b>Аттестован</b>	<b>Не аттестован</b>
ОК-7	знать законы термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств рабочих тел	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах



	уметь определять меры по тепловой защите и организации систем охлаждения	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками планирования и постановки задач математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-11	знать способы управления параметрами теплообмена	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть средствами и методами повышения безопасности и экологичности теплотехнических средств технологических процессов	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-21	знать основные законы термодинамики и теплообмена, способы передачи теплоты, методы тепломассообменных и термодинамических расчетов, свойства процессов горения топлива, виды горелочных устройств.	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь применять основные законы и закономерности термодинамики и тепломассообмена при решении вопросов пожарной безопасности, рассчитывать и подбирать теплотехническое оборудование.	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками по применению закономерностей термодинамики и тепломассообмена при решении вопросов пожарной безопасности.	Посещение и работа на лекционных, практических и лабораторных занятиях.	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 4 семестре для очной формы обучения, 4 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОК-7	знать законы термодинамики и теплообмена, термодинамических процессов и циклов, свойств рабочих тел	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь определять меры по тепловой защите и организации систем охлаждения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками планирования и постановки задач математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-11	знать способы управления параметрами теплообмена	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь анализировать термодинамические процессы в теплотехнических устройствах	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть средствами и методами повышения безопасности и экологичности теплотехнических средств технологических процессов	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-21	знать основные законы термодинамики и теплообмена, способы передачи	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

теплоты, методы теплообменных и термодинамических расчетов, свойства процессов горения топлива, виды горелочных устройств.						
уметь применять основные законы и закономерности термодинамики и теплообмена при решении вопросов пожарной безопасности, рассчитывать и подбирать теплотехническое оборудование.	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	
владеть навыками по применению закономерностей термодинамики и теплообмена при решении вопросов пожарной безопасности.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Непрерывное изменение состояния рабочего тела в результате взаимодействия его с окружающей средой называется ...

- а) термодинамическим процессом;
- б) диффузией;
- в) релаксацией;
- г) временем релакции.

2. Работа сжатия газа 25 Дж. Изменение внутренней энергии 30 кДж. Следовательно ...

- а) подводимая теплота равна 0 Дж;
- б) подводимая теплота равна 55 Дж;
- в) подводимая теплота равна 65 Дж;

г) подводимая теплота равна 75 Дж.

3. Первый закон термодинамики формулируется ...

а) если в процессе исчезает некоторое количество тепла, то возникает равное ему количество механической энергии и, наоборот при совершении механической работы возникает равное этой работе количество тепла;

б)  $C_p - C_v = R$ ;

в) теплота сама собой не переходит от более нагретого тела к менее нагретому, обратный переход невозможен;

г) в природе все процессы обратимы.

4. Коэффициент сжимаемости  $z = \frac{pv}{RT}$  идеального газа ...

а) не зависит от температуры;

б) не зависит от давления и температуры;

в) равен единице;

г) равен нулю.

5. Сумма массовых долей компонентов газовой смеси  $m_i$  равна ...

а) 1;

б) 0,5;

в) 0;

г)  $\infty$ .

6. Теплопроводность – это ...

а) поглощение энергии излучения другим телом;

б) молекулярный способ передачи теплоты;

в) процесс преобразования внутренней энергии тела в энергию электромагнитных волн;

г) перемещение и перемешивание неравномерно нагретых жидкости или газа.

7. дифференциальное уравнение теплопроводности при отсутствии внутренних источников теплоты имеет вид ...

а)  $\frac{\partial t}{\partial \tau} = a \nabla^2 t$ ;

б)  $q = \frac{\lambda}{\delta} (t_{cm1} - t_{cm2})$ ;

в)  $\alpha = -\frac{\lambda}{\Delta t} \frac{\partial t}{\partial n}$ ;

г)  $\operatorname{div} \varpi = 0$ .

8. Термическое сопротивление однослойной цилиндрической стенки определяется выражением ...

а)  $R = \frac{\delta}{\lambda}$ ;

б)  $R = \frac{\lambda}{\delta}$ ;

в)  $R = \frac{1}{\alpha}$ ;

г)  $R = \frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_2}{d_1}$ .

9. Конвекция – это процесс переноса теплоты за счет ...

а) диффузии свободных электронов в чистых металлах;

б) соударения молекул газа;

в) перемещения и перемешивания неравномерно нагретых объемов жидкости (газа);

г) колебаний кристаллической решетки жидкости.

10. Критерии подобия – это ...

а) количество величин, имеющих ту или иную размерность;

б) безразмерные комплексы величин;

в) величины, определяющие геометрическое подобие процессов;

г) комплекс теплофизических величин среды.

11. Коэффициент теплопередачи характеризует интенсивность передачи теплоты ...

- а) от одного теплоносителя к другому через разделяющую их стенку;
- б) за счет теплопроводности;
- в) за счет конвекции;
- г) от поверхности твердого тела к омывающей ее жидкости.

12. Теплообменные аппараты, в которых теплота от одного теплоносителя к другому непрерывно передается через разделяющую их стенку, называется ...

- а) теплообменниками с промежуточным теплоносителем;
- б) рекуперативными теплообменниками;
- в) смесительными теплообменниками;
- г) регенеративными теплообменниками.

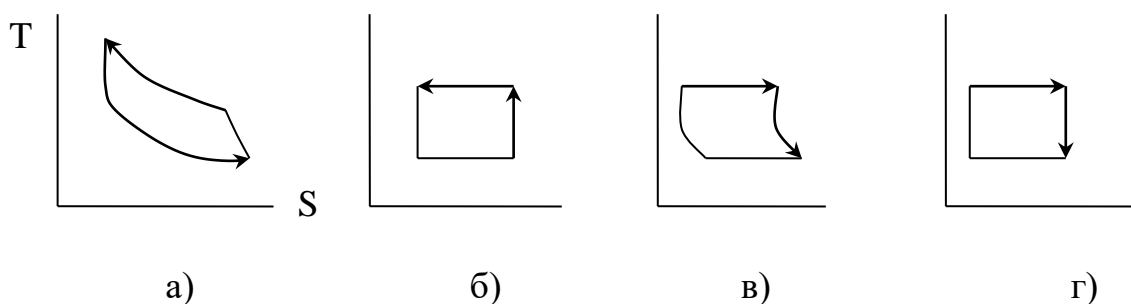
13. В состав твердого органического топлива входит горючий элемент ...

- а) метан;
- б) влага;
- в) углерод;
- г) зола.

14. Какое из уравнений характеризует подводимую теплоту в изохорном процессе?

- а)  $dq = di$ ;
- б)  $dq = du + pdv$ ;
- в)  $dq = 0$ ;
- г)  $dq = du$ .

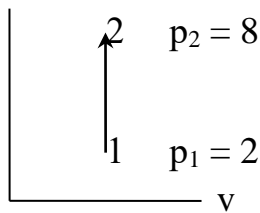
15. Прямой цикл Карно изображен на рисунке ...



16. Токсичным компонентом продуктов сгорания топлива являются ...

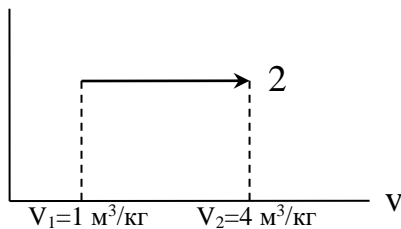
- а) оксид азота NO;
- б) водяной пар H<sub>2</sub>O;
- в) углекислый газ CO<sub>2</sub>;
- г) азот N<sub>2</sub>.

17. Чему равна температура идеального газа t<sub>2</sub> в процессе 1-2 t<sub>1</sub> = 120 оС?



- а) 480 °С;
- б) 120 °С;
- в) 1299 °С;
- г) 960 °С.

18. Чему равна работа газа в процессе 1-2, если газовая постоянная R = 300 кДж/(кг·К), а t<sub>2</sub> = 527 оС?



- а) 900 кДж/кг;
- б) 180 кДж/кг;
- в) 0 кДж/кг;
- г) мало данных.

19. Какие из уравнений характеризуют изменение энтропии в изотермическом процессе?

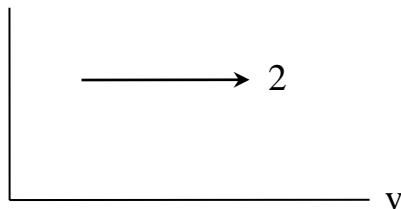
$$\text{a) } \Delta s = c_p \ln \frac{T_2}{T_1};$$

$$\text{б) } \Delta s = c_v \ln \frac{T_2}{T_1};$$

$$\text{в) } \Delta s = R \ln \frac{v_2}{v_1};$$

$$\text{г) } \Delta s = 0.$$

20. Укажите выражение, неверное для процесса 1-2.



$$\text{a) } q = \Delta u + p(v_2 - v_1);$$

$$\text{б) } q = \Delta i - p(v_2 - v_1);$$

$$\text{в) } q = i_2 - i_1;$$

$$\text{г) } q = c_p(t_2 - t_1).$$

### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определить термическое сопротивление теплопроводности  $R_t$  и толщину  $\delta$  плоской однослойной стенки, если при разности температур ее поверхностей через нее проходит стационарный тепловой поток плотностью  $q=3$  кВт/м<sup>2</sup>. Коэффициент теплопроводности стенки  $\lambda=2$  Вт/(м·К).

$$\text{а) } R_t=0,025 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}; \delta=0,05 \text{ м.}$$

$$\text{б) } R_t=0,25 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}; \delta=0,05 \text{ м.}$$

$$\text{в) } R_t=0,025 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}; \delta=0,15 \text{ м.}$$

$$\text{г) } R_t=0,06 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}; \delta=0,03 \text{ м.}$$

2. Плоская стенка толщиной  $\delta=50$  мм с коэффициентом теплопроводности  $\lambda=2$  Вт/(м·К) пропускает стационарный тепловой поток, имеющий поверхностную плотность  $q=3$  кВт/м<sup>2</sup>. Температура тепловоспринимающей поверхности стенки  $T_{w1}=100$  °С. Определить термическое сопротивление теплопроводности стенки  $R_t$  и температуру теплоотдающей поверхности  $T_{w2}$ .



- а)  $Rt = 0,025 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}$ ;  $T_{w2} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- б)  $Rt = 0,225 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}$ ;  $T_{w2} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- в)  $Rt = 0,005 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}$ ;  $T_{w2} = 105 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- г)  $Rt = 0,069 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}$ ;  $T_{w2} = 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

3. Плоская стенка состоит из трёх слоев толщиной  $\delta_1=100 \text{ мм}$ ,  $\delta_2=80 \text{ мм}$  и  $\delta_3=50 \text{ мм}$ , коэффициенты теплопроводности слоев соответственно равны  $\lambda_1=2 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ,  $\lambda_2=8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$  и  $\lambda_3=10 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ . Второй слой имеет температуры поверхностей  $T_{1-2}=120 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $T_{2-3}=45 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить температуры наружных поверхностей  $T_{w1}$  и  $T_{w2}$ .

- а)  $T_{w1}=495 \text{ }^\circ\text{C}$   $T_{w2}=7,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- б)  $T_{w1}=795 \text{ }^\circ\text{C}$   $T_{w2}=7,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- в)  $T_{w1}=795 \text{ }^\circ\text{C}$   $T_{w2}=10,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- г)  $T_{w1}=495 \text{ }^\circ\text{C}$   $T_{w2}=10,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

4. Нагреватель, выполненный из трубки диаметром  $d=25 \text{ мм}$  и длиной  $l=0,5 \text{ м}$ , погружен вертикально в бак с водой, имеющей температуру  $T_y=20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить количество теплоты, передаваемое нагревателем в единицу времени, считая температуру его поверхности постоянной по всей длине и равной  $T_w=55,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- а)  $Q=1231 \text{ Вт}$ .
- б)  $Q=1931 \text{ Вт}$ .
- в)  $Q=231 \text{ Вт}$ .
- г)  $Q=2500 \text{ Вт}$ .

5. По трубе  $d=60 \text{ мм}$  протекает воздух со скоростью  $w=5 \text{ м/с}$ . Определить значение среднего коэффициента теплоотдачи, если средняя температура воздуха  $T_f=100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- а)  $\alpha=18,8 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ .
- б)  $\alpha=38,8 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ .
- в)  $\alpha=8,8 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ .
- г)  $\alpha=28,8 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ .

6. На наружной поверхности горизонтальной трубы диаметром  $d = 20 \text{ мм}$  и длиной  $l=2 \text{ м}$  конденсируется сухой насыщенный водяной пар при давлении  $p_n=1,013 \cdot 10^5$ . Температура поверхности трубы  $T_w=94,5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить средний коэффициент теплоотдачи от пара к трубе и количество пара  $G$ , которое конденсируется на поверхности трубы.

- а)  $\alpha=15550 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $G=4,7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$ .
- б)  $\alpha=17550 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $G=41,7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$ .
- в)  $\alpha=1550 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $G=28,7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$ .
- г)  $\alpha=10550 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $G=2,7 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$ .

7. Определить коэффициент теплоотдачи и температуру поверхности нагрева при пузырьковом режиме кипения в большом объеме. Давление воды  $1 \text{ МПа}$ , а плотность теплового потока  $q=0,4 \text{ МВт/м}^2$ .

- а)  $\alpha=35300 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $T_w=191,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- б)  $\alpha=55300 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $T_w=199,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- в)  $\alpha=30000 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $T_w=91,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- г)  $\alpha=35900 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $T_w=194,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

8. На горизонтальной трубе диаметром 20 мм происходит пленочное кипение воды при давлении 0,27 МПа. Температура поверхности 140 °С. Рассчитать коэффициент теплоотдачи от стенки к воде.

а)  $q=974 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

б)  $q=2974 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

в)  $q=3974 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

г)  $q=1974 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ .

9. Определить приведенную степень черноты системы, состоящей из двух труб, если одна труба с наружным диаметром  $d_1=80$  мм находится внутри другой с внутренним диаметром  $d_2=200$  мм. Степень черноты труб одинакова и равна 0,65.

а)  $\varepsilon_{пр}=0,570$ .

б)  $\varepsilon_{пр}=0,500$ .

в)  $\varepsilon_{пр}=0,510$ .

г)  $\varepsilon_{пр}=0,675$ .

10. Определить плотность результирующего теплового потока при теплообмене излучением двух плоских поверхностей, если температура одной поверхности 800 °С, ее степень черноты 0,8 и температура другой поверхности 600 °С, а её степень черноты 0,4.

а)  $q_{w2}=15354,7 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

б)  $q_{w2}=1554,5 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

в)  $q_{w2}=25354,0 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

г)  $q_{w2}=15379,2 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Обмуровка печи состоит из слоев шамотного и красного кирпича, между которыми расположена засыпка. Толщина шамотного слоя 120 мм, засыпки 50 мм, красного кирпича 250 мм. Коэффициенты теплопроводности материалов соответственно равны: 0,93 Вт/(м·°С); 0,13 Вт/(м·°С); 0,7 Вт/(м·°С). Какой толщины следует сделать слой из красного кирпича, если отказаться от применения засыпки, чтобы тепловой поток через обмуровку остался неизменным?

а) 500 мм.

б) 1500 мм.

в) 250 мм.

г) 750 мм.

2. Стальной трубопровод диаметром  $d_1/d_2 = 100/110$  мм с коэффициентом теплопроводности  $\lambda_1 = 50 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{°С})$  покрыт изоляцией в два слоя одинаковой толщины 50 мм. Температура внутренней поверхности трубы 250 °С, наружной поверхности изоляции 50 °С. Коэффициентом теплопроводности первого слоя изоляции 0,06 Вт/(м·°С), второго слоя изоляции 0,12 Вт/(м·°С). Определить потери теплоты с 1 м трубопровода и температуру на границе соприкасающихся слоев изоляции.

а)  $q_l = 89,5 \text{ Вт}/\text{м}$ ;  $t_{с3} = 97 \text{ °С}$ .

б)  $q_l = 79,5 \text{ Вт}/\text{м}$ ;  $t_{с3} = 107 \text{ °С}$ .

в)  $q_l = 79,5 \text{ Вт}/\text{м}$ ;  $t_{с3} = 97 \text{ °С}$ .

г)  $q_1 = 89,5 \text{ Вт/м}$ ;  $t_{c3} = 107 \text{ °С}$ .

3. Определить тепловой поток через  $1 \text{ м}^2$  стены помещения, состоящей из кирпича и изоляции, с толщиной слоя кирпича  $510 \text{ мм}$  и толщиной слоя изоляции  $50 \text{ мм}$ , с коэффициентами теплопроводности соответственно  $0,8 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$ ,  $0,08 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$ . Температура внутреннего воздуха  $18 \text{ °С}$ , коэффициент теплоотдачи к внутренней поверхности  $7,5 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$ , температура наружного воздуха  $-30 \text{ °С}$ , коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности  $20 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°С)}$ . Вычислить также температуры на поверхностях стены ( $t_{c1}$  и  $t_{c3}$ ).

а)  $q = 33,2 \text{ Вт/м}^2$ ;  $t_{c1} = 13,6 \text{ °С}$ ;  $t_{c3} = -28,3 \text{ °С}$ .

б)  $q = 33,8 \text{ Вт/м}^2$ ;  $t_{c1} = 18,6 \text{ °С}$ ;  $t_{c3} = -28,3 \text{ °С}$ .

в)  $q = 39,5 \text{ Вт/м}^2$ ;  $t_{c1} = 15,6 \text{ °С}$ ;  $t_{c3} = -39,3 \text{ °С}$ .

г)  $q = 40,1 \text{ Вт/м}^2$ ;  $t_{c1} = 17,6 \text{ °С}$ ;  $t_{c3} = -39,3 \text{ °С}$ .

4. Определить потерю теплоты через кирпичную стенку длиной  $5 \text{ м}$ , высотой  $4 \text{ м}$  и толщиной  $250 \text{ мм}$ , если температуры на поверхностях стенки  $110 \text{ °С}$  и  $40 \text{ °С}$ . Коэффициент теплопроводности  $0,7 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$ . Как должна измениться температура наружной стенки при ее покрытии изоляцией толщиной  $25 \text{ мм}$  и коэффициентом теплопроводности  $0,13 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°С)}$ , если потери теплоты остаются прежними?

а)  $Q = 3920 \text{ Вт}$ .

б)  $Q = 3500 \text{ Вт}$ .

в)  $Q = 4500 \text{ Вт}$ .

г)  $Q = 7000 \text{ Вт}$ .

5. Стальной брусок нагревается в электропечи. Температура внутренней поверхности печи  $800 \text{ °С}$ , степень черноты  $0,82$ . Температура поверхности бруска  $350 \text{ °С}$ , степень черноты  $0,65$ . Заготовка лежит на поду печи. Площадь излучающей поверхности бруска меньше площади излучающей поверхности печи в  $4$  раза. Определить плотность результирующего лучистого потока от стенок печи на поверхность бруска.

а)  $q = 41810 \text{ Вт/м}^2$ .

б)  $q = 49810 \text{ Вт/м}^2$ .

в)  $q = 52810 \text{ Вт/м}^2$ .

г)  $q = 68810 \text{ Вт/м}^2$ .

6. На наружной поверхности вертикальной трубы диаметром  $20 \text{ мм}$  и высотой  $H = 2 \text{ м}$  конденсируется сухой насыщенный водяной пар при давлении  $p_H = 1,98 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Температура поверхности трубы  $T_w = 115 \text{ °С}$ . Определить средний по высоте коэффициент теплоотдачи от пара к трубе и количество пара  $G$ , кг/ч, которое конденсируется на поверхности трубы.

а)  $\alpha = 6740 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $G = 7 \text{ кг/ч}$ .

б)  $\alpha = 6000 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $G = 8 \text{ кг/ч}$ .

в)  $\alpha = 7740 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $G = 9 \text{ кг/ч}$ .

г)  $\alpha = 7000 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$ ,  $G = 10 \text{ кг/ч}$ .

7. Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной  $\delta_1 = 250 \text{ мм}$  и слоя строительного войлока. Температура на внутренней поверхности кирпичного слоя  $T_{w1} = 130 \text{ °С}$ , а на внешней поверхности войлочного слоя  $T_{w2} = 40 \text{ °С}$ . Коэффициент теплопроводности

красного кирпича  $0,7 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$  и строительного войлока  $0,0465 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ . Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев  $T_{1-2}$  и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через  $1 \text{ м}^2$  стенки камеры равны  $q=130 \text{ Вт}/\text{м}^2$ .

а)  $T_{1-2}=83,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\delta=15,6 \text{ мм}$ .

б)  $T_{1-2}=103,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\delta=17,6 \text{ мм}$ .

в)  $T_{1-2}=95,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\delta=18,6 \text{ мм}$ .

г)  $T_{1-2}=73,5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\delta=16,6 \text{ мм}$ .

8. В трубчатом пароводяном теплообменнике сухой насыщенный пар с давлением  $p=3,61 \cdot 10^5 \text{ Па}$  конденсируется на внешней поверхности труб. Вода, движущаяся по трубам, нагревается от  $t'_2=20 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $t''_2=90 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить среднелогарифмический температурный напор в этом теплообменнике и расход пара, если расход воды  $G_2=3 \text{ кг}/\text{с}$ .

а)  $G_1=0,45 \text{ кг}/\text{с}$ ,  $\Delta t=69,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

б)  $G_1=0,65 \text{ кг}/\text{с}$ ,  $\Delta t=79,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

в)  $G_1=0,55 \text{ кг}/\text{с}$ ,  $\Delta t=99,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

г)  $G_1=0,75 \text{ кг}/\text{с}$ ,  $\Delta t=89,2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

9. Определить среднюю разность температур, площадь поверхности нагрева и расходные теплосъемности обоих теплоносителей в противоточном рекуперативном теплообменнике, если горячий теплоноситель (масло МК) имеет на входе температуру  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ , на выходе  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ , холодный (воздух) имеет температуру на входе  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , а на выходе  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ . Тепловой поток, передаваемый в теплообменнике,  $0,2 \text{ МВт}$ . Коэффициент теплопередачи  $70 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ .

а)  $W_2=4000 \text{ Вт}/\text{К}$ ,  $\Delta t=12,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

б)  $W_2=5000 \text{ Вт}/\text{К}$ ,  $\Delta t=11,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

в)  $W_2=4500 \text{ Вт}/\text{К}$ ,  $\Delta t=12,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

г)  $W_2=5500 \text{ Вт}/\text{К}$ ,  $\Delta t=11,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

10. В испарителе кипит вода при давлении  $p_2=1 \text{ бар}$ . Греющий пар при давлении  $p_1=20 \text{ бар}$  конденсируется и удаляется при температуре насыщения. Расход воды  $G_2=0,2 \text{ кг}/\text{с}$ . Определить расход греющего пара.

а)  $G_1=0,24 \text{ кг}/\text{с}$ .

б)  $G_1=0,14 \text{ кг}/\text{с}$ .

в)  $G_1=0,34 \text{ кг}/\text{с}$ .

г)  $G_1=0,44 \text{ кг}/\text{с}$ .

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Предмет и задачи общей теплотехники. Термодинамика и теория теплообмена.

2. Параметры состояния рабочего тела  $p$ ,  $v$ ,  $T$  (размерности).

3. Уравнение состояния Клайперона-Менделеева. Универсальная газовая постоянная.

4. Смеси идеальных газов.
5. Теплоемкость. Массовая, объемная и мольная теплоемкость. Средняя и истинная теплоемкости. Зависимость теплоемкости от температуры.
6. Теплоемкость при постоянном давлении и объеме. Уравнение Майера. Коэффициент «К».
7. Понятие о термодинамических процессах.
8. Внутренняя энергия газа. Работа газа. Первый закон термодинамики.
9. Сущность первого закона термодинамики. Формулировки первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики.
10. Энтальпия. Энтропия. Аналитические выражения первого закона термодинамики через энтальпию.  $TS$  и  $hs$  – диаграммы.
11. Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный – частные случаи политропного процесса. Процессы в координатах  $pV$  и  $TS$ .
12. Процессы идеальных газов. Изохорный процесс. Изображение в  $pV$  –  $TS$  – диаграммах.
13. Процессы идеальных газов. Изобарный процесс. Изображение в  $pV$  –  $TS$  – диаграммах.
14. Процессы идеальных газов. Адиабатный процесс. Изображение в  $pV$  –  $TS$  – диаграммах.
15. Адиабатный процесс. Уравнение адиабатного процесса. Его исследование в  $TS$  – диаграмме.
16. Политропный процесс. Уравнение политропы. Определение показателя политропы.
17. Термодинамические циклы (круговые процессы) тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Цикл Карно. Термический КПД и холодильный коэффициент.
18. Сущность второго закона термодинамики. Формулировки второго закона термодинамики. Аналитическое выражение второго закона термодинамики.
19. Водяной пар. Процесс парообразования в  $pV$  – диаграмме. Степень сухости

влажного пара, определение параметров влажного и перегретого пара.

20. Дросселирование газов и паров.

21. Влажный воздух. Влагосодержание. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Температура точки росы.  $h_d$  – диаграмма влажного воздуха.

22. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности.

23. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной плоской стенки.

24. Теплопроводность при стационарном режиме. Теплопроводность однослойной и многослойной цилиндрической стенки.

25. Конвективный теплообмен. Коэффициент теплоотдачи.

26. Предмет и задачи теории теплообмена. Виды переноса теплоты. Сложный теплообмен.

27. Конвективный теплообмен. Физическая сущность конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

28. Естественная конвекция. Уравнение теплоотдачи от нагретой стенки к воздуху.

29. Теория теплообмена. Способы передачи теплоты.

31. Критерии и критериальные уравнения.

32. Теплообмен излучением между параллельными поверхностями /пластинами/. Приведенный коэффициент излучения.

33. Теплообменные аппараты. Определение коэффициента теплопередачи в водо-водяном теплообменнике.

34. Лучистый теплообмен. Понятие абсолютно черного тела. Закон Кирхгофа.

35. Сложный теплообмен. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи.

36. Сложный теплообмен. Коэффициент теплопередачи для плоской стенки.

37. Типы теплообменных аппаратов. Особенности конструкции и расчета.

38. Водо-водяные теплообменники. Устройство и особенности расчета.

39. Топливо. Элементарный состав топлива.
40. Источники и виды загрязнения атмосферного воздуха.
41. Двигатели внутреннего сгорания.
42. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания.
43. Циклы газотурбинных установок.
44. Компрессоры.
45. Циклы паросиловых установок.

### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.*

### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия и определения. Основные параметры состояния. Газовые смеси.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
2	Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические процессы.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
3	Термодинамические свойства реальных веществ. Паросиловые установки.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
4	Тепловые двигатели, двигатели внутреннего сгорания.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы

5	Холодильные машины.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
6	Общие понятия тепломассообмена. Теплопроводность.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
7	Конвективный теплообмен.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
8	Лучистый теплообмен.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
9	Теплообменники.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
10	Теория горения. Топочные устройства.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
11	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха.	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы
12	Основы энергосбережения..	ОК-7, ПК- 11, ПК-21	Экзамен, тест, защита лабораторных работ, защита курсовой работы

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется



проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

### **8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Теплотехника [Текст]: учебник / под ред. А. П. Баскакова. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Бастет, 2010 (Ярославль : ОАО "Ярославский полиграфкомбинат", 2010). - 324, [1] с., [1] л. диагр. : ил. - ISBN 978-5-903178-19-3 : 492-00. - 10

2. Курносов, А.Т. Техническая термодинамика: учеб. пособие / А.Т. Курносов, Д.Н. Китаев.; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. - Воронеж, 2007. - 110 с.

3. Зеленцов, Д.В. Техническая термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Зеленцов Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 140 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20525>.— ЭБС «IPRbooks»

4. Мирам, А. О. Техническая термодинамика. Тепломассообмен [Текст] : учебник : рек. УМО РФ / Мирам, Андрей Олегович, Павленко, Владимир Александрович. - М. : АСВ, 2011 (М. : ППП "Тип. "Наука"). - 351 с.

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Экспериментальное исследование процессов теплообмена /Мелькумов В.Н.,Турбин В.С., Курышева И.А. – 2005 г.

6. Методические указания к выполнению лабораторных работ. Исследование термодинамических параметров газов /Д.Н. Китаев, Мартыненко Г.Н., 2009 г.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Microsoft Office Word, Microsoft Office Excel, AutoCAD, Mathcad, стройконсультант, Internet Explorer.

<http://www.knigafund.ru>, <http://www.stroykonsultant.com>, <http://elibrary.ru>.  
[www.rosteplo.ru](http://www.rosteplo.ru); <http://www.iprbookshop.ru>.

## 9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. Плакаты (8 шт.)
2. Справочные таблицы (15 комплектов).
3.  $i$ - $S$  диаграммы водяного пара,  $i$ - $d$  диаграммы влажного воздуха (15 шт.).
4. Потенциометр.
5. Ваттметр.
6. ЛАТР.
7. Манометры.
8. Термометры сопротивления, манометрические термометры, вакуумметры.
9. Расходомеры.
10. Весы аналитические.

## 10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Теплотехника» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета процессов теплопроводности. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом

занятие	лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul>
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.