



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический  
университет» (БГТУ)**

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации**

**В.А. Шкаберин**

**«25» апреля 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Термодинамика и тепломассообмен»**

*(наименование дисциплины)*

**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Паро- и газотурбинные установки и двигатели**

*(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)*

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавриат**

*(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)*

**очная**

*(форма обучения)*

**2022**

*(год набора)*

**Брянск 2022**

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Термодинамика и тепломассообмен»

(наименование дисциплины)

13.03.03 Энергетическое машиностроение

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Паро- и газотурбинные установки и двигатели

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

**Разработал(и):**

доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.К.Анисин

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Промышленная теплоэнергетика»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«12» марта 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

д.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А. Анисин

(И.О. Фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Турбиностроение»

(наименование выпускающей кафедры)

к.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Осипов А.В.

(И.О. Фамилия)

© А.К. Анисин, 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС .....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....	6
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	8
5.3. Лекции .....	8
5.4. Лабораторные работы .....	15
5.5. Практические занятия .....	16
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	18
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	21
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	21
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	22
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	22
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	22
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	23
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	24
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	24
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	25
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	26
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	26
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	29

12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	30
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	30
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	30
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	31
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	32
12.5. Характеристика результатов обучения .....	32
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	32
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	33

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Термодинамика и тепломассообмен» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Двигатели внутреннего сгорания».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – формирование представлений о фундаментальных законах осуществления тепловых процессов, методах качественной и количественной оценки динамики их течения в элементах конструкции энергетических машин на стадии проектирования.

**Задачи** дисциплины:

- изучение теоретических основ технической термодинамики и тепломассообмена;
- изучение методов качественной и количественной оценки эффективности теплотехнических процессов, реализуемых в теплоэнергетических установках;
- приобретение базовых практических навыков в предметном поле анализа и совершенствования теплоэнергетических устройств и систем.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в обязательную часть учебного плана, и реализуется на 3 курсе в 5 семестре.

Предварительно изучаются дисциплины: «Высшая математика», «Химия», «Физика».

Параллельно изучаются дисциплины: «Паротурбинные установки».

Базируются на изучении дисциплины: «Газотурбинные установки», «Теплообменные аппараты и парогенераторы энергоустановок», «Конструкция и модернизация энергетических установок».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ОПК-3, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ОПК-3. Способен применять соответствующий	ОПК-3.1. Применяет математический аппарат аналитической геометрии, линейной алгебры,	основные закономерности течения термодинамиче	составлять материальный и энергетически	опытом исследования тепловых и энергетических

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы (144 академических часа). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
<b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:</b>	<b>64</b>	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	<b>32</b>	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	<b>16</b>	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	<b>16</b>	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>	<b>44</b>	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b>	<b>27</b>												
3.1. Экзамен, семестр		5											

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
3.2. Зачет, семестр													
3.3. Зачет с оценкой, семестр													
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр													
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр													
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр													
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр													
<b>Общая трудоемкость (4 з.е.)</b>													144

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 1. Основы технической термодинамики.</b>					
Тема 1. Энергетический баланс термодинамических систем.	6	2			4
Тема 2. Термодинамика идеального газа.	18	6	2	6	4
Тема 3. Второй закон термодинамики и его приложения к анализу термодинамических систем.	10	4			6
Тема 4. Термодинамика реального газа и пара.	8	2	2		4
Тема 5. Термодинамический анализ замкнутых процессов.	10	2		2	6
<b>Раздел 2. Основы тепломассообмена.</b>					
Тема 1. Базовые понятия и уравнения тепломассообмена.	8	2			6
Тема 2. Теплопроводность.	10	2	2	2	4
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен.	24	8	10	2	4
Тема 4. Лучистый теплообмен.	6	2		2	2
Тема 5. Приложения теории тепломассообмена.	8	2		2	4
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>44</b>

## 5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.

Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции
	ОПК – 3
<b>Раздел 1. Основы технической термодинамики.</b>	
Тема 1. Энергетический баланс термодинамических систем.	+
Тема 2. Термодинамика идеального газа.	+
Тема 3. Второй закон термодинамики и его приложения к анализу термодинамических систем.	+
Тема 4. Термодинамика реального газа и пара.	+
Тема 5. Термодинамический анализ замкнутых процессов.	+
<b>Раздел 2. Основы тепломассообмена.</b>	
Тема 1. Базовые понятия и уравнения тепломассообмена.	+
Тема 2. Теплопроводность.	+
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен.	+
Тема 4. Лучистый теплообмен.	+

## 5.3. Лекции

Перечень занятий лекционного типа, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основы технической термодинамики.</b>			
Тема 1. Энергетический баланс термодинамических систем.	1. Основные понятия в термодинамике. Формы передачи энергии и их взаимосвязь в энергетическом балансе термодинамической системы (первый закон термодинамики).	1. Предмет и методы термодинамики. 2. Термодинамическая система и окружающая среда. 3. Термодинамические характеристики состояния тел. 4. Понятие термодинамического процесса. Равновесные и неравновесные состояния и процессы. 5. Термическое уравнения	2



Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		<p>состояния и его графические интерпретации.</p> <p>6. Энергетические характеристики термодинамической системы и термодинамического процесса.</p> <p>7. Физическая и энергетическая сущность теплоты, работы, внутренней энергии и энтальпии.</p> <p>8. Формулировки закона сохранения и превращения энергии для произвольной и термодинамической систем.</p>	
Тема 2. Термодинамика идеального газа.	2. Уравнения состояния идеального газа.	<p>1. Схематизация явлений в термодинамике (понятие «идеального газа»).</p> <p>2. Уравнение Клапейрона.</p> <p>3. Понятие и физический смысл газовой постоянной.</p> <p>4. Уравнение состояния идеального газа.</p> <p>5. Универсальное уравнение состояния идеального газа и его приложение в практике анализа термодинамических систем.</p>	2
	3. Определение количества тепла. Понятия о теплоёмкости. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкостей.	<p>1. Методики расчёта количества теплоты.</p> <p>2. Понятие истинной и средней теплоёмкостей газа и методика их определения при помощи таблиц.</p> <p>3. Связь между изохорной и изобарной теплоёмкостями идеального газа (закон Майера).</p> <p>4. Молекулярно-кинетическая теория</p>	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		теплоёмкости газов.	
	4. Политропные процессы с идеальными газами и их анализ.	1. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел. 2. Понятие политропного процесса. 3. Уравнение политропного процесса. 4. Взаимосвязь между параметрами состояния при протекании политропных процессов и методика оценки их энергетических показателей. 5. Термодинамический анализ политропных процессов.	2
Тема 3. Второй закон термодинамики и его приложения к анализу термодинамических систем.	5. О замкнутых термодинамических процессах (циклах) и условиях достижения их максимальной эффективности.	1. Понятие замкнутого процесса (термодинамического цикла) и условия возможности его реализации. 2. Прямые и обратные циклы. Критерии оценки эффективности прямых и обратных циклов. 3. Обратимые и необратимые процессы и циклы. 4. Условия для обеспечения максимальных показателей эффективности прямых и обратных циклов (цикл Карно и его анализ).	2
	6. Понятие энтропии как функции состояния рабочего тела. Физическая сущность второго закона термодинамики.	1. Понятие энтропии как функции состояния рабочего тела. 2. Место энтропии в методиках анализа термодинамических процессов. 3. Динамика изменения энтропии в изолированной термодинамической	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		системе и деградация энергии. 4. Принцип возрастания энтропии, формулировка и физический смысл второго закона термодинамики. 5. Тепловая $T-s$ диаграмма состояния газов, её свойства и практическое приложение. 6. Вычисление энтропии идеального газа для обратимых и необратимых процессов.	
	7. Работоспособность термодинамической системы и общие принципы эксергетического анализа тепловых процессов и работы технических систем	1. Эффективность преобразования энергии. 2. Функция работоспособности рабочего тела. 3. Количественные соотношения между работой при обратимых и необратимых процессах. 4. Функция работоспособности теплоты (эксергия теплоты) для непроточной системы. 5. Эксергетическая $e-h$ диаграмма. Понятие потери эксергии и эксергетического к.п.д. 6. Принципы эксергетического анализа тепловых процессов и работы энергетических машин.	2
Тема 4. Термодинамика реального газа и пара.	8. Понятие реального газа и краткий критический обзор способов описания его состояния.	1. Качественные особенности реального газа. 2. Обзор и краткий анализ способов описания состояния реальных газов: уравнение Ван-дер-Ваальса, эмпирические уравнения состояния. 3. Способы получения пара (на примере водяного пара).	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		2. Термодинамические свойства жидкости. 4. Термодинамические свойства поверхности раздела фаз. 5. Термодинамические свойства влажного пара. 6. Термодинамические свойства сухого и перегретого пара.	
Тема 5. Термодинамический анализ замкнутых процессов.	9. Термодинамический анализ и подходы к оптимизации рабочих процессов и циклов тепловых двигателей.	1. Принципиальная схема и принцип работы паротурбинной установки. 2. Идеальный цикл Ренкина для паротурбинной установки в $p-v$ и $T-s$ диаграммах. 3. Определение в общем виде энергетических показателей для рабочих процессов и оценка термического к.п.д. циклов. 3. Сопоставительный анализ цикла Карно и идеального цикла Ренкина. 4. Возможности расширения рабочего процесса ПТУ за счёт изменения начальных и конечных параметров пара и влияние этих мероприятий на значение термического к.п.д. цикла. 5. Цикл ПТУ со вторичным перегревом пара. Причины применения вторичного пара. Изображение цикла со вторичным перегревом пара в $T-s$ и $h-s$ диаграммах и оценка его термического к.п.д. 6. Регенеративный цикл ПТУ. Обоснование целесообразности введения регенерации теплоты для повышения термического к.п.д. на	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		<p>примере условного предельно-регенеративного цикла ПТУ.</p> <p>7. Составление уравнений тепловых балансов подогревателей питательной воды.</p>	
2. Основы тепломассообмена.			
Тема 1. Базовые понятия и уравнения тепломассообмена.	10. Формы передачи тепловой энергии. Дифференциальные уравнения теплообмена.	<p>1. Виды тепломассообмена: теплопроводность, теплоотдача, тепловое излучение, теплопередача, диффузия, массоотдача.</p> <p>2. Понятие температурного поля, градиента температурного поля, изотермической поверхности, температурного напора, теплового потока, поверхностной плотности теплового потока.</p> <p>3. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение теплообмена, уравнение теплопроводности, уравнение сплошности.</p>	2
Тема 2. Теплопроводность.	11. Механизм и методики количественной оценки процессов теплопроводности при стационарном режиме.	<p>1. Гипотеза Фурье.</p> <p>2. Понятие коэффициентов теплопроводности и температуропроводности.</p> <p>3. Термическое сопротивление при теплопроводности.</p> <p>4. Уравнение теплопроводности через плоскую однослойную стенку.</p> <p>5. Уравнение теплопроводности через плоскую многослойную стенку.</p> <p>6. Уравнение теплопроводности через цилиндрическую стенку.</p>	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен.	12. Подобие процессов теплообмена.	1. О проблемах количественной оценки процессов теплообмена и методах их решения. 2. Понятие о подобных системах и условиях подобия. 3. Об общих подходах формирования критериев подобия и месте их приложения. 4. Условия и критерии гидродинамического подобия. 5. Условия и критерии теплового подобия. 6. Понятие об уравнениях подобия.	2
	13. Механизм и методики количественной оценки процессов теплообмена при естественной конвекции	1. Особенности механизма течения процесса теплообмена при естественной конвекции в неограниченном и ограниченном пространствах. 2. Структура критериальных уравнений обсуждаемого процесса теплообмена и их анализ.	2
	14. Механизм и методики количественной оценки процессов теплообмена при вынужденной конвекции	1. Особенности механизма течения процесса теплообмена при вынужденной конвекции при продольном и поперечном обтекании теплоотдающих поверхностей. 2. Анализ влияния геометрических и режимных параметров процесса на динамику изменения коэффициента теплоотдачи. 3. Структура критериальных уравнений обсуждаемого процесса теплообмена и их анализ.	2
Тема 4. Лучистый теплообмен.	15. Основные законы теплового излучения. Методы количественной	1. Обзор физической сущности и формулировок основных законов	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
	оценки процессов лучистого теплообмена.	излучения (законы Планка, Ламберта, Кирхгоффа). 2. Особенности механизма теплообмена излучением между плоскими твёрдыми телами и его количественная оценка. 3. Методы деинтенсификации теплообмена излучением. 4. Особенности течения теплообмена излучением в газообразной среде.	
Тема 5. Приложения теории тепломассообмена.	16. Приложение средств количественной оценки процессов теплообмена к оценке энергетической эффективности и конструкторскому расчёту теплотехнических устройств.	1. Критерии оценки эффективности теплоотдающих поверхностей. 2. Понятие о комплексных тепловых, объёмных и массовых характеристиках и способах их формирования на базе уравнений подобия теплоотдачи и сопротивления. 3. Методы расчёта теплопередающих устройств.	2
<b>Итого</b>	—	—	32

#### 5.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы (таблица 6).

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основы технической термодинамики.</b>		

Тема 2. Термодинамика идеального газа.	1. Исследование политропного процесса сжатия воздуха.	2
Тема 4. Термодинамика реального газа и пара.	2. Определение параметров влажного пара методом дросселирования.	2
<b>2. Основы тепломассообмена.</b>		
Тема 2. Теплопроводность.	2. Определение коэффициентов теплопроводности материалов методом регулярного режима.	2
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен.	3. Исследование теплоотдачи от вертикальной трубы при естественной конвекции в неограниченном пространстве.	2
	4. Исследование теплоотдачи и сопротивления кольцевого канала.	2
	5. Исследование теплоотдачи и сопротивления при продольном обтекании трубчатой поверхности с петельно-проволочным оребрением	2
	6. Исследование теплоотдачи и сопротивления в трубных пучках с коридорной и шахматной компоновках	4
<b>Итого</b>	—	<b>16</b>

### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине предусмотрены учебным планом образовательной программы.

Перечень практических занятий, их содержание и трудоемкость представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Тематика и содержание практических занятий

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1. Основы технической термодинамики.</b>			
Тема 2. Термодинамика идеального газа.	1. Приложение термического уравнения состояния при решении практических задач.	Определение параметров состояния рабочего тела с помощью уравнений состояния идеального газа и основных газовых законов.	2
	2. Методы количественной оценки тепловой энергии.	Определение теплоёмкостей идеальных газов и расчёт количеств тепла в процессах при постоянном давлении и объёме с использованием постоянных и переменных значений теплоёмкостей.	2
	3. Оптимизация	Расчётное исследование	2



Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
	динамики течения политропных процессов.	изменения энергетических характеристик политропных процессов в условиях варьирования значением показателя политропы.	
Тема 4. Термодинамический анализ замкнутых процессов.	4. Расчёт и оптимизация регенеративного цикла ПСУ.	Изучение структуры таблиц воды и водяного пара. Выполнение вариантного расчёта регенеративного цикла ПСУ с одним подогревателем питательной воды в условиях варьирования величиной давления пара из отбора турбины с целью достижения максимального значения термического к.п.д.	2
<b>2. Основы теплообмена.</b>			
Тема 2. Теплопроводность.	5. Определение тепловых потоков через однослойные и многослойные плоские стенки.	Определение термических сопротивлений однослойных и многослойных плоских стенок, количественная оценка тепловых потоков.	2
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен.	6. Определение тепловых потоков при вынужденном движении теплоносителя в каналах.	Определения режима движения потока в канале; выбор критериальных уравнений, определение коэффициента теплоотдачи и оценка значения теплового потока при теплоотдаче; оценка гидравлического сопротивления канала.	2
Тема 4. Лучистый теплообмен.	7. Количественная оценка процесса лучистого теплообмена.	Выполнение вариантных расчётов значений тепловых потоков при лучистом теплообмене между двумя телами, между газом и окружающей его оболочкой; расчётная оценка способов снижения интенсивности теплового излучения.	2
Тема 5. Приложения теории	8. Расчётная оценка энергетической	Расчёт и построение тепловых комплексных	2

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
теплообмена.	эффективности теплоотдающих поверхностей.	характеристик для различных теплоотдающих поверхностей с последующим анализом эффективности и обоснованием приоритета использования.	
<b>Итого</b>	—	—	<b>16</b>

### 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение, представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
<b>Раздел 1. Основы технической термодинамики.</b>	
Тема 1. Энергетический баланс термодинамических систем.	Виды работ, используемые при термодинамическом анализе сложных систем; аналитическое выражение первого закона термодинамики через внутреннюю энергию и энтальпию; выражение первого закона термодинамики для процессов с трением.
Тема 2. Термодинамика идеального газа.	Способы определения показателя политропы для произвольного термодинамического процесса; частные случаи политропных процессов; расчёт изменения температур и количеств тепла по таблицам энтальпии и внутренней энергии идеальных газов.
Тема 3. Второй закон термодинамики и его приложения к анализу термодинамических систем.	Влияние природы рабочего тела на показатели эффективности прямых и обратных циклов (теорема Карно); пределы применимости второго закона термодинамики; особенности изображения газовых процессов в $T-S$ , $h-S$ диаграммах. Термодинамические циклы в $T-S$ диаграмме.
Тема 4. Термодинамика реального газа и пара.	Критические параметры веществ; методика исследования и расчёта процессов изменения состояния пара при помощи $T-s$ и $h-s$ диаграмм, таблиц и аналитических зависимостей.
Тема 5. Термодинамический анализ замкнутых процессов.	Схемы и общий принцип действия газотурбинных установок (ГТУ) с подводом тепла при постоянном давлении или объёме и с регенерацией; безразмерные параметры для характеристики циклов ГТУ; термодинамический анализ циклов ГТУ; методы повышения термического к.п.д. циклов газотурбинных установок; преимущества и недостатки водяного пара как рабочего тела; понятие бинарного цикла; принципиальная схема, теплоносители и рабочие процессы бинарной паротурбинной установки;

Наименование раздела дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	бинарный цикл и методика оценки его термического к.п.д.; обоснование использования парогазотурбинных установок (ПГУ) в практике преобразования энергии; рабочие тела для ПГУ; принципиальные схемы, рабочие процессы и циклы ПГУ со смешанными и разделёнными рабочими телами; определение термического к.п.д. для циклов ПГУ; краткий анализ эффективности каждой конструктивной схемы ПГУ.
<b>2. Основы тепломассообмена.</b>	
Тема 1. Базовые понятия и уравнения тепломассообмена.	Дифференциальные уравнения движения и неразрывности.
Тема 2. Теплопроводность.	Дифференциальное уравнение при нестационарной теплопроводности; краевые условия в задачах нестационарного теплообмена; критерии и симплексы нестационарного теплообмена: безразмерная (относительная) температура, безразмерные координаты, критерий Био, критерий Фурье; режимы изменения температурного поля при нагревании и остывании тел; понятия регулярного режима, темпа охлаждения (нагревания), коэффициента формы охлаждаемого (нагреваемого) тела; номограммы для определения режимов охлаждения (нагревания) шара, параллелепипеда, цилиндра и методы их использования.
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен.	Методы интенсификации теплоотдачи; оребрение: виды рёбер и методы их изготовления (присоединения к базовой теплообменной поверхности); понятие коэффициента оребрения и к.п.д. ребра; оценка приведенного коэффициента теплоотдачи при оребрении.
Тема 5. Приложения теории тепломассообмена.	Понятие и методы определения коэффициента теплопередачи; понятие об уравнениях теплового баланса и их применении при выполнении теплотехнических расчётов; укрупнённая методика расчёта теплообменных аппаратов.

В процессе самостоятельной работы обучающиеся должны принимать решение по рассматриваемой проблеме с минимальным участием педагогического работника. Для решения поставленных задач может использоваться дополнительная литература и источники в информационно-коммуникационной сети «Интернет». Для закрепления пройденного материала педагогическим работником могут выдаваться домашние задания.

В таблице 9 указаны виды самостоятельной работы, выполняемые обучающимися при изучении соответствующих тем дисциплины.

Таблица 9 – Виды самостоятельной работы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
<b>Раздел 1. Основы технической термодинамики.</b>	
Тема 1. Энергетический баланс термодинамических систем.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 2. Термодинамика идеального газа.	Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 3. Второй закон термодинамики и его приложения к анализу термодинамических систем.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 4. Термодинамика реального газа и пара.	Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 5. Термодинамический анализ замкнутых процессов.	Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
<b>Раздел 2. Основы теплообмена.</b>	
Тема 1. Базовые понятия и уравнения теплообмена.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 2. Теплопроводность.	Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен.	Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 4. Лучистый теплообмен.	Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 5. Приложения теории теплообмена.	Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.

Учебным планом в рамках дисциплины не предусмотрено выполнение расчетно-графической работы (РГР) и курсовое проектирование.

## 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия / Лабораторные работы	Устный экспресс-опрос.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (устный опрос): - письменная (выполнение конспектов).	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме экзамена, проводимого в форме. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютерного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

Лекции	Классические репродуктивные, в виде информационных лекций с использованием опорных конспектов и иллюстрационного материала.
Практические занятия	Классические активные и интерактивные.
Лабораторные работы	Классические активные и интерактивные.
Самостоятельная работа студентов	Классические репродуктивные (работа с литературными источниками), классические активные (работа с информационными ресурсами, консультации), интерактивные дискуссионные.
Консультации	Классические активные.
Текущий контроль, экзамен	Классические репродуктивные, в виде устного опроса по контрольным вопросам.

## **7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

В электронной информационно-образовательной среде БГТУ размещается электронный курс дисциплины, включающий в себя:

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- методические указания по выполнению лабораторного практикума;
- материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Термодинамика и тепломассообмен – автор Анисин А.К. по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Двигатели внутреннего сгорания», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Анисин А.А., Анисин А.К. Основы термодинамики [Текст] + [Электронный ресурс]: методические пособие к изучению дисциплины «Техническая термодинамика» для обучающихся по очной форме обучения по направлениям подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и 13.03.03 «Энергетическое машиностроение». – Брянск: БГТУ, 2019. – 190 с.
2. Анисин А.А., Анисин А.К. Техническая термодинамика. Лабораторный практикум [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторного практикума по дисциплине «Техническая термодинамика» для обучающихся по очной форме обучения по направлениям подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2017.
3. Буглаев В.Т., Шкодин В.М., Шилин М.А. Теплопередача: нестационарные процессы теплопроводности, конвективный теплообмен: лабораторный практикум, под общей редакцией В.М.Шкодина. – Брянск: БГТУ, 2022. – 68 с.

## **8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### ***а) основная литература***

**1.** Кириллин В.А., Сычёв В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика / В.А.Кириллин, В.В. Сычёв, А.Е. Шейндлин. – Изд. 3-е. – М.: Энергоиздат, 1984. – 448 с.

(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55878.html>, 35 экз.)

**2.** Техническая термодинамика: Учеб. для машиностроит. спец. вузов /В. И. Крутов, С. И. Исаев, И. А. Кожин и др.; Под ред. В. И. Крутова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 384 с.  
(10 экз.)

**3.** Исаев С.А. Термодинамика / С.А. Исаев. – Изд. 2-е. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2000. – 412 с.  
(1 экз.)

**4.** Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача /В.В.Нащокин. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 469 с.  
(35 экз.)

**5.** Андрианова Т.Н., Дзампов Б.В., Зубарев В.Н., Ремизов С.А. Сборник задач по технической термодинамике / Т.Н. Андрианова, Б.В. Дзампов, В.Н. Зубарев, С.А.Ремизов. – Изд. 3-е. – М.: МЭИ, 2000. – 294 с.  
(11 экз.)

**6.** Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика /В.А. Кудинов, Э.М.Карташов. – М.: Высш. школа, 2000. – 261 с.  
(6 экз.)

**7.** Овчинников Ю.В. Основы технической термодинамики [Электронный ресурс] : учебник / Ю.В. Овчинников. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 293 с.  
(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47708.html>)

**8.** Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: учеб. для вузов/ О.Н. Брюханов. – М.: ИНФРА-М, 2013.–463 с.  
(5 экз.)

**9.** Кудинов, А.А. Тепломассообмен: учеб. пособие для вузов/ А.А. Кудинов.– М.: ИНФРА-М, 2012.–374 с.  
(2 экз.)

### ***б) дополнительная литература***

**1.** Теплоэнергетика и теплотехника: справочная серия. В 4-х кн. / Под общ. ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. - М.: Изд-во МЭИ, 2007.  
(1 экз.)

**2.** Андрющенко А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок /А.И. Андрющенко. – Изд. 2-е. – М.: Высш. школа, 1985. – 319 с.  
(46 экз.)

**3.** Зубарев В.Н., Александров А.А. Практикум по технической термодинамике. – Изд. 2-е. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 271 с.

(24 экз.)

4. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие. – М.: Машиностроение-1, 2008. – 260 с.

(2 экз.)

5. Сычев В. В. Дифференциальные уравнения термодинамики. Учеб. пособие для теплоэнергетич. и теплофизич. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1991. – 224 с.

(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57011.html>, 1 экз.)

6. Кудинов, И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть 1. Термодинамика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И.В. Кудинов, Е.В. Стефанюк. – Электрон. дан. – Самара : АСИ СамГТУ, 2013. – 172 с.

(Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/73897>)

8. Теория тепломассообмена: учебник для техн. ун-тов и вузов / С.И. Исаев, И.А. Кожин, В.И. Кофанов [и др.]; под ред. А.И. Леонтьева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 683 с.

(2 экз.)

9. Теплотехника: учебник для вузов/ А.М. Архаров, И.А. Архаров, В.Н. Афанасьев [и др.]; под общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 712 с. : илл.

(10 экз.)

*в) справочная литература:*

1. Ривкин С.Л., Александров А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара / С.Л. Ривкин, А.А. Александров. – М., Энергоатомиздат, 2000. – 80 с.

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://www.e.lanbook.com/>.

2. Электронно-библиотечная система «IPR-books» <http://www.iprbookshop.ru/>.

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

– учебная аудитория для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью, персональным компьютером, мультимедийным проектором и экраном;



- специализированная учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, укомплектованная специализированной мебелью и лабораторными установками;
- учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся, оборудованная персональными компьютерами с возможностью доступа к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и к электронной образовательной среде учебного учреждения.
- читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

## **10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Изучение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья организуется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

Университетом созданы специальные условия для получения высшего образования обучающимися с ОВЗ:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети "Интернет" для слабовидящих;
- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых

потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);

- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);
- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

## **11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **11.1. Методические материалы для педагогических работников**

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

**Организация теоретического обучения** предполагает использование инновационных технологий проведения занятий лекционного типа, к которым, в частности, относятся: проблемная лекция, лекция-визуализация, лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-исследование.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ физических явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно

простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

**Организация практических занятий по дисциплине** направлена на углубление научно-теоретических знаний обучающихся, формирование практических умений и овладение определенными методами самостоятельной работы.

Практические занятия представляют собой занятия по решению различных прикладных задач, образцы которых были даны на лекциях.

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области дисциплины;
- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;
- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

- устные экспресс-опросы;
- групповые дискуссии;
- выполнение практических заданий;
- письменное или компьютерное экспресс-тестирование и др.

Цели практических занятий наилучшим образом достигаются в том случае, если студент предварительно проработал тематику практического занятия. Поэтому преподаватель должен информировать студентов о теме следующего практического занятия, чтобы они могли целенаправленно самостоятельно заниматься в домашних условиях.

**Организация лабораторных занятий по дисциплине** направлена на следующие цели и задачи:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенных в лекциях законов и положений;
- приобретение навыков в научном экспериментировании, анализе полученных результатов;
- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения научных исследований.

Порядок подготовки лабораторного занятия:

- изучение требований программы дисциплины;
- формулировка цели и задач лабораторного занятия;
- разработка плана проведения лабораторного занятия;
- подбор содержания лабораторного занятия;
- разработка необходимых для лабораторного занятия инструкционных карт;
- моделирование лабораторного занятия;
- проверка специализированной лаборатории на соответствие санитарно-гигиеническим нормам, требованиям по безопасности и технической эстетике;
- проверка количества лабораторных мест, необходимых и достаточных для достижения поставленных целей обучения;
- проверка материально-технического обеспечения лабораторных занятий на соответствие требованиям программы дисциплины.

Формы проведения лабораторных занятий:

- фронтальная;
- по циклам;
- индивидуальная;
- смешанная (комбинированная).

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их выполнению:

- на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;
- на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;
- на основе активных творческих действий обучающихся, когда они проявляют способность действовать в условиях, близких к реальным, используя запас приобретенных знаний.

***Самостоятельная работа обучающихся*** предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся с участием педагогического работника являются: текущие консультации, прием и разбор домашних заданий и др.

При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

## 11.2. Методические материалы для обучающихся

Обучающимся, изучающим дисциплину, необходимо знать требования, предъявляемые к их различным видам учебных занятий, в том числе лекционным, практическим, индивидуальным и др. (таблица 12).

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
Лекции	Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать педагогическому работнику на консультации, на практическом занятии. Над конспектами лекций надо работать систематически: первый просмотр рекомендуется сделать вечером того же дня, когда была прочитана лекция, затем просмотреть через 3-4 дня, и сделать это еще раз накануне практического занятия.
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Лабораторные работы	Подготовка к эксперименту (ознакомление с целью и задачами, ходом лабораторной работы, работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, подготовка таблиц для фиксирования хода и результатов опытно-экспериментальной работы и др.). Проведение измерений (вводный и текущий инструктаж, проведение опытов и экспериментов). Обработка полученных результатов; формулировка выводов и написание отчета. Защита отчета по лабораторной работе.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
	аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений
Подготовка к экзамену	При подготовке к зачету/зачету с оценкой/экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

## **12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

### **12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины**

Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Оценочные средства текущего контроля успеваемости</b>	<b>Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся</b>
ОПК 3.1	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими занятиями.	Контрольные вопросы к экзамену.
ОПК 3.2	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических заданий.	Контрольные вопросы к экзамену, экзаменационные задачи.
ОПК 3.3	Вопросы для устного экспресс-опроса перед лабораторными занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам выполнения лабораторного практикума. Вопросы для проведения собеседования по результатам выполненного лабораторного практикума.	Контрольные вопросы к экзамену.

### **12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости**

Оценивание отдельных видов работ в процессе изучения дисциплины рекомендуется осуществлять с использованием следующей шкалы:

– обучающийся ответил правильно на более, чем 90 % заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 75-89% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы с незначительными замечаниями, показал хорошее владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «хорошо» (средний уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения

полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

– обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

В процесс преподавания дисциплины педагогическим работником формируется оценка, характеризующая текущую успеваемость обучающегося.

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 14.

Таблица 14 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий («отлично»)	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практический материал, уверенно это демонстрирует в ходе промежуточной аттестации. Исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет увязывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения. Свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Повышенный («хорошо»)	Обучающийся знает теоретический и практический материал, грамотно и по существу излагает его в ходе промежуточной аттестации, не допуская существенных неточностей. Правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе.
Базовый («удовлетворительно»)	Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации. Обучающийся испытывает определённые затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, владеет необходимыми для этого базовыми навыками и приёмами. Демонстрирует достаточный уровень знания учебной литературы по дисциплине.

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Низкий («неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами. Демонстрирует фрагментарные знания учебной литературы по дисциплине.

## 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

Итоговая оценка по дисциплине определяется с учетом результатов промежуточной аттестации обучающегося (экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

## 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
«Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
«Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
«Удовлетворительно» (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки
«Неудовлетворительно» (низкий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины не освоено, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий либо не выполнены, либо содержат грубые ошибки; дополнительная самостоятельная работа над материалом не привела к какому-либо значительному повышению качества выполнения учебных заданий

## 12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Термодинамика и тепломассообмен», размещенном в



системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования (edu.tu-bryansk.ru), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Термодинамика и тепломассообмен».

### 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

В соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» воспитание - «деятельность, направленная на развитие личности, создание условий для самоопределения и социализации обучающихся на основе социокультурных, духовно-нравственных ценностей и принятых в российском обществе правил и норм поведения в интересах человека, семьи, общества и государства, формирование у обучающихся чувства патриотизма, гражданственности, уважения к памяти защитников Отечества и подвигам Героев Отечества, закону и правопорядку, человеку труда и старшему поколению, взаимного уважения, бережного отношения к культурному наследию и традициям многонационального народа Российской Федерации, природе и окружающей среде».

В учебном процессе воспитательная работа с обучающимися реализуется средствами учебных дисциплин.

Воспитательная деятельность в ходе преподавания дисциплины направлена на формирование у обучающегося системы убеждений, нравственных норм и общекультурных качеств, на оказание им помощи в жизненном самоопределении, нравственном, гражданском и профессиональном становлении, на создание условий для самореализации личности. Воспитательная работа также ориентирует обучающихся на будущую профессиональную деятельность, формируя не только личностные, но и профессионально значимые качества.

Воспитательные задачи во время учебных занятий выполняются в скрытой (контекстной) и открытой (целенаправленной) формах. Скрытая форма воспитательной работы представляет собой воздействие всего хода педагогического процесса на становление личностных качеств обучающихся. Например, соблюдение педагогическим работником трудовой дисциплины, демонстрация преданности науке, заинтересованность в успехе обучающихся, правильная речь, хорошие манеры и т.п. имеют положительное воспитательное значение и формируют у обучающихся добросовестность, исполнительность, трудолюбие, ответственность и другие положительные качества. Обучающиеся неосознанно перенимают данные черты у педагогического работника.

Воспитание в открытой форме – это целенаправленное воздействие содержанием учебной дисциплины на становление личности обучающегося. Например, решение проблем и исследовательская работа формируют у обучающихся умение аргументировать, самостоятельно мыслить, стремление к научному поиску, развивают творчество, профессиональные умения.