



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

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Тепловые двигатели»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации**

**В.А. Шкаберин**

**«21» апреля 2022 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Термодинамика и тепломассообмен двигателей внутреннего сгорания»**

*(наименование дисциплины)*

**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Двигатели внутреннего сгорания**

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

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавр**

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

**очная**

*(форма обучения)*

**2020**

*(год набора)*

**Брянск 2022**

**Рабочая программа учебной дисциплины**  
**«Термодинамика и тепломассообмен двигателей внутреннего сгорания»**

*(наименование дисциплины)*

**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Двигатели внутреннего сгорания**

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

**Разработал(и):**

К.Т.Н., доц.

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Рогалев В.В.

*(И.О. Фамилия)*

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
**«Тепловые двигатели»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**«28» марта 2022 г., протокол № 3**

**Заведующий кафедрой**

Д.Т.Н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Обозов А.А.

*(И.О. Фамилия)*

**Согласовано:**

**Заведующий выпускающей кафедрой**

**«Тепловые двигатели»**

*(наименование выпускающей кафедры)*

Д.Т.Н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Обозов А.А.

*(И.О. Фамилия)*

© Рогалев В.В., 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 .....	14
5.5. Практические занятия .....	15
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	15
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	24
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	25
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	26
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	26
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	26
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	26
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	29
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	29
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	29
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	30

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	31
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	31
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	34
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	35
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	35
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	35
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	37
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	38
12.5. Характеристика результатов обучения .....	38
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	38
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	39

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Термодинамика и тепломассообмен двигателей внутреннего сгорания» (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 теплотехнических процессов, методах оценки и анализа термодинамического совершенства теплотехнических систем с однофазными и двухфазными рабочими телами и подходах к их совершенствованию.

**Задачи** дисциплины:

- изучение теоретических основ технической термодинамики;
- изучение основных принципов функционирования теплотехнических систем;
- изучение подходов и приобретение определённых практических навыков в предметном поле анализа и совершенствования теплотехнических систем.

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

Дисциплина входит в вариативную часть, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана образовательной программы и реализуется на 2, 3 курсе(-ах) в 4, 5 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: «Химия».

Параллельно изучаются дисциплины: «Механика жидкости и газа».

Базируются на изучении дисциплины: «Физика».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-1, ПК-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
ПК-1. Способен принимать и обосновывать конкретные технические	ПК-1.1. Применяет теоретические и прикладные знания для создания приспособлений для обслуживания объектов энергетического машиностроения;	конкретные технические решения при создании приспособлений для	принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании при-	навыками обоснования конкретных технических решений при создании приспособлений

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц(ы) (288 академических часа(-ов)). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

[illegible]

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
3.1. Экзамен, семестр		4											
3.2. Зачет, семестр		5											
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 (8 з.е.)</b>		288											

## 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.</b> Основные понятия и определения в термодинамике.	10	2			8
<b>Раздел 2.</b> Первый закон термодинамики.	12	2		2	8
<b>Раздел 3.</b> Термодинамика идеального газа.	26	6	12		8
<b>Раздел 4.</b> Второй закон термодинамики.	14	4		2	8
<b>Раздел 5.</b> Смеси идеальных газов. Смешивание газов.	10	2			8
<b>Раздел 6.</b> Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики.	12	4			8
<b>Раздел 7.</b> Равновесие термодинамических систем.	10	2			8
<b>Раздел 8.</b> Термодинамика реального газа и пара.	20	4	4	4	8
<b>Раздел 9.</b> Термодинамика парогазовых смесей	20	2	4	6	8
<b>Раздел 10.</b> Термодинамика стационарного потока.	18	4	4	2	8
<b>Раздел 11.</b> Термодинамика циклов энергетических машин для сжатия газов и паров.	16	2	4	2	8
<b>Раздел 12.</b> Термодинамика циклов тепловых двигателей с газообразным рабочим телом.	14	2		4	8
<b>Раздел 13.</b> Термодинамика циклов паросиловых установок.	22	6	4	4	8
<b>Раздел 14.</b> Термодинамика обратных циклов энергетических машин.	14	2		4	8

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 15.</b> Работоспособность термодинамических систем.	12	2		2	8
<b>Раздел 16.</b> Термодинамика систем с химическими превращениями.	6	4			2
<b>Итого</b>	<b>234</b>	<b>48</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>122</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					
	ПК-1.1	ПК-1.2	ПК-1.3	ПК-3.1	ПК-3.2	ПК-3.3
<b>Раздел 1.</b> Основные понятия и определения в термодинамике.	+	+		+	+	+
<b>Раздел 2.</b> Первый закон термодинамики.	+	+	+	+	+	+
<b>Раздел 3.</b> Термодинамика идеального газа.	+		+	+	+	+
<b>Раздел 4.</b> Второй закон термодинамики.		+	+	+		+
<b>Раздел 5.</b> Смеси идеальных газов. Смешивание газов.	+	+	+	+	+	+
<b>Раздел 6.</b> Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики.	+		+		+	+
<b>Раздел 7.</b> Равновесие термодинамических систем.	+	+	+	+		+
<b>Раздел 8.</b> Термодинамика реального газа и пара.	+	+			+	+
<b>Раздел 9.</b> Термодинамика парогазовых смесей		+	+	+	+	
<b>Раздел 10.</b> Термодинамика стационарного потока.	+		+		+	+
<b>Раздел 11.</b> Термодинамика циклов энергетических машин для сжатия газов и паров.	+	+		+	+	
<b>Раздел 12.</b> Термодинамика циклов тепловых двигателей с газобразным рабочим телом.	+		+	+	+	
<b>Раздел 13.</b> Термодинамика циклов паросиловых установок.		+	+			+
<b>Раздел 14.</b> Термодинамика обратных циклов энергетических машин.	+		+			+
<b>Раздел 15.</b> Работоспособность термодинамических систем.	+	+		+	+	+
<b>Раздел 16.</b> Термодинамика систем с химическими превращениями.		+	+	+		+

## 5.3. Лекции

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



Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1.</b> Основные понятия и определения в термодинамике.	1. Основные понятия в термодинамике. Формы передачи энергии и их взаимосвязь в энергетическом балансе термодинамической системы (1 закон термодинамики).	1. Предмет и методы термодинамики. 2. Термодинамическая система и окружающая среда. 3. Термодинамические характеристики состояния тел. 1. Понятие термодинамического процесса. Равновесные и неравновесные состояния и процессы. 2. Термическое уравнение состояния и его графические интерпретации. 3. Энергетические характеристики термодинамической системы и термодинамического процесса. 4. Физическая и энергетическая сущность теплоты, работы, внутренней энергии и энтальпии. 5. Формулировки закона сохранения и превращения энергии для произвольной и термодинамической термодинамических систем.	2
<b>Раздел 2.</b> Первый закон термодинамики.			2
<b>Раздел 3.</b> Термодинамика идеального газа.	2. Уравнения состояния идеального газа.	1. Схематизация явлений в термодинамике (понятие «идеального газа»). 2. Уравнение Клапейрона. 3. Понятие и физический смысл газовой постоянной. 4. Уравнение состояния идеального газа. 5. Универсальное уравнение состояния идеального газа и его приложение в практике анализа термодинамических систем.	2
	3. Определение количества тепла. Понятия о теплоёмкости. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкостей.	1. Методики расчёта количества теплоты. 2. Понятие истинной и средней теплоёмкостей газа и методика их определения при помощи таблиц. 3. Связь между изохорной и изобарной теплоёмкостями идеального газа (закон Майера). 4. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкости газов.	2
	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.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		5. Термодинамический анализ политропных процессов.	
<b>Раздел 4. Второй закон термодинамики.</b>	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 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.	2
<b>Раздел 5. Смеси идеальных газов. Смешивание газов.</b>	7. Способы описания характеристик смесей идеальных газов и определение их основных параметров состояния при различных способах смешивания.	1. Основные свойства и способы задания состава смесей идеальных газов. 2. Методики вычисления молекулярной массы и газовой постоянной для газовой смеси. 3. Особенности определения энтропии газовой смеси. Парадокс Гиббса. 4. Способы смешивания газов. Методики определения основных параметров состояния смеси идеальных газов при различных способах смешивания.	2
<b>Раздел 6. Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики.</b>	8. Понятие термодинамического потенциала. Виды, физический смысл и практическое приложение	1. Понятие термодинамического потенциала. Физический смысл термодинамических потенциалов. 2. Взаимосвязь изменения термодинамических потенциалов и физического состояния термодинамической системы. 3. Характеристические функции термодинамики.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
	термодинамических потенциалов.	4. Дифференциальные соотношения термодинамики и их приложение при анализе однородных и сложных систем.	
	9. Дифференциальные уравнения термодинамики.	1. Дифференциальные уравнения для внутренней энергии, энтальпии и энтропии. 2. Дифференциальные уравнения для удельных теплоемкостей рабочих тел в процессах при постоянном объеме и давлении. 3. Приложение дифференциальных уравнений к решению некоторых термодинамических задач.	2
<b>Раздел 7. Равновесие термодинамических систем.</b>	10. Основные положения учения о термодинамическом равновесии и динамики фазовых переходов.	1. Понятие «фазы» вещества. Механизм фазового перехода на примере «жидкость-пар». 2. Общие условия равновесия термодинамической системы. 3. Теплота фазового перехода. Вычисление теплоты фазового перехода (уравнение Клапейрона-Клаузиуса).	2
<b>Раздел 8. Термодинамика реального газа и пара.</b>	11. 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.	2
	12. Термодинамические свойства водяного пара.	1. Способы получения пара (на примере водяного пара). 2. Термодинамические свойства жидкости. 3. Термодинамические свойства поверхности раздела фаз. 4. Термодинамические свойства влажного пара. 5. Термодинамические свойства сухого и перегретого пара. 6. Особенности определения энтропии жидкости и пара.	2
<b>Раздел 9. Термодинамика парогазовых смесей</b>	13. Термодинамика парогазовых смесей: свойства и процессы.	1. Способы задания состава парогазовой смеси (на примере влажного воздуха): абсолютная и относительная влажность, влагосодержание. 2. $h-d$ – диаграмма влажного воздуха. 3. Термодинамические процессы с влажным воздухом.	2
<b>Раздел 10. Термодинамика стационарного потока.</b>	14. Закономерности течения газов в каналах	1. Основные понятия о движении газов. 2. Уравнение энергии потока движущегося газа в термической форме.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
	без совершения технической работы.	3. Основные уравнения течения газа. 4. Особенности адиабатного течения газов и паров в каналах без совершения технической работы. 5. Условия перехода скорости потока через скорость звука.	
	15. Закономерности процесса адиабатного истечения идеальных и реальных газов из резервуара неограниченного объема.	1. Основные закономерности процесса адиабатного истечения идеального газа из резервуара неограниченного объема. 2. Зависимость скорости истечения и расхода газа от отношения начального и конечного давлений процесса. 3. Максимальный расход и критическая скорость. Критическое отношение давлений и температур. 4. Особенности определения скорости и расхода при истечении реальных газов и паров.	2
<b>Раздел 11.</b> Термодинамика циклов энергетических машин для сжатия газов и паров.	16. Термодинамический анализ и подходы к оптимизации рабочих процессов и циклов машин для сжатия газов и паров.	1. Рабочие процессы в одноступенчатом поршневом компрессоре. 2. Цикл теоретического компрессора в $p-v$ и $T-s$ диаграммах. 3. Определение работы на привод компрессора. 4. Анализ влияние вида процесса сжатия газа на технические характеристики одноступенчатого поршневого компрессора. 5. Цикл реального поршневого компрессора. Понятие объемного к.п.д. компрессора. 6. Причины применения многоступенчатого сжатия. 7. Оптимизация рабочих процессов при многоступенчатом сжатии газа в поршневом компрессоре.	2
<b>Раздел 12.</b> Термодинамика циклов тепловых двигателей с газообразным рабочим телом.	17. Термодинамический анализ циклов тепловых двигателей с газообразным рабочим телом.	1. Схемы и общий принцип действия газотурбинных установок с подводом тепла при постоянном давлении или объеме и с регенерацией. 2. Безразмерные параметры для характеристики циклов ГТУ. 3. Термодинамический анализ циклов ГТУ. 4. Методы повышения термического к.п.д. циклов газотурбинных установок.	2
<b>Раздел 13.</b> Термодинамика циклов паровых двигателей	18. Термодинамический анализ циклов паровых двигателей	1. Принципиальная схема и принцип работы паротурбинной установки.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
динамика циклов паросиловых установок.	лиз циклов паросиловых установок.	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.	
	19. Перспективные направления при решении проблемы повышения термодинамической эффективности циклов паросиловых установок.	1. Сопоставительный анализ цикла Карно и идеального цикла Ренкина. 2. Возможности расширения рабочего процесса ПТУ за счёт изменения начальных и конечных параметров пара и влияние этих мероприятий на значение термического к.п.д. цикла. 3. 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. 4. Регенеративный цикл ПТУ. Обоснование целесообразности введения регенерации теплоты для повышения термического к.п.д. на примере условного предельно-регенеративного цикла ПТУ. 5. Каскадная схема ПТУ с частичным регенеративным подогревом питательной воды и принцип её функционирования. 6. Составление уравнений тепловых балансов подогревателей питательной воды. 7. Комбинированные энергетические установки.	2
	20. Термодинамический анализ циклов ядерных энергетических установок.	1. Процесс преобразования энергии в ЯЭУ. Теплоносители для ЯЭУ. 2. Принципиальные схемы, рабочие процессы и циклы ЯЭУ. 3. Методика оценки термического к.п.д. ЯЭУ. 4. Сравнительный анализ эффективности типовых схем ЯЭУ. 5. Сравнительный анализ работы тепловых двигателей методом термодинамических функций.	2
<b>Раздел 14.</b> Термодинамика обратных циклов энергетических машин.	21. Термодинамический анализ обратных циклов энергетических машин.	1. Классификация и назначение энергетических машин, работающих по обратному термодинамическому циклу. 2. Показатели эффективности обратных циклов и общие методики их оценки. 3. Принципиальная схема, рабочие процессы и цикл газовой холодильной машины.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		4. Термодинамический анализ цикла газовой холодильной машины. 5. Принципиальная схема, рабочие тела и процессы парокompрессионной холодильной машины. 6. Термодинамический анализ цикла парокompрессионной холодильной машины. 7. Пути повышения показателей эффективности холодильных машин.	
<b>Раздел 15.</b> Работоспособность термодинамических систем.	22. Работоспособность термодинамической системы и общие принципы эксергетического анализа тепловых процессов и работы энергетических машин.	1. Эффективность преобразования энергии. 2. Функция работоспособности теплоты (эксергия теплоты) для непроточной системы. 3. Эксергетическая $e-h$ диаграмма. 4. Понятие потери эксергии и эксергетического к.п.д. 5. Принципы эксергетического анализа тепловых процессов и работы энергетических машин.	2
<b>Раздел 16.</b> Термодинамика систем с химическими превращениями.	23. Свойства термодинамических систем при протекании в них химических реакций. Тепловые эффекты в системах с химическими превращениями.	1. Характеристики состава сложной системы. 2. Понятие химического потенциала. 3. Динамика изменения функций состояния при химических реакциях. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. 4. Тепловые эффекты реакции. Закон Гесса.	2
	24. Химическое равновесие и сродство веществ.	1. Понятие константы равновесия и степени диссоциации. 2. Условия химического равновесия. Закон действующих масс. 3. Степень полноты реакции и состав равновесной смеси. 4. Влияние давления и объема на степень диссоциации. 5. Химическое сродство веществ. Тепловая теорема Нернста. Третий закон термодинамики.	2
<b>Итого</b>	—	—	<b>48</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

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

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 3.</b> Термодинамика идеального газа.	Опытное определение изобарной теплоёмкости воздуха.	4
<b>Раздел 3.</b> Термодинамика идеального газа.	Исследование политропного процесса сжатия воздуха.	8
<b>Раздел 8.</b> Термодинамика реального газа и пара.	Определение параметров водяного пара методом дросселирования.	4
<b>Раздел 9.</b> Термодинамика парогазовых смесей	Исследование процессов во влажном воздухе.	4
<b>Раздел 10.</b> Термодинамика стационарного потока.	Исследование процесса истечения воздуха через суживающееся сопло.	4
<b>Раздел 11.</b> Термодинамика циклов энергетических машин для сжатия газов и паров.	Исследование термодинамических процессов в поршневом компрессоре.	4
<b>Раздел 13.</b> Термодинамика циклов паросиловых установок.	Исследование циклов паросиловых установок.	4
<b>Итого</b>	–	32

## 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. 2.</b> Первый закон термодинамики.	1. Приложение первого закона термодинамики при решении практических задач.	Качественная оценка энергетического баланса теплотехнических систем.	2
<b>Раздел 4.</b> Второй закон термодинамики.	6. Вычисление энтропии идеального газа для обратимых и необратимых процессов.	Приложение методики количественной оценки энтропии идеального газа к задачам определения рационального диапазона реализации термодинамического процесса для обеспечения максимальной прогнозируемой мощности энергетических машин.	2

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 8.</b> Термодинамика реального газа и пара.	9. Практическое приложение уравнения Ван-дер-Ваальса.	1. Определение значения констант, входящих в уравнение Ван-дер-Ваальса для различных параметрических диапазонов состояния реального газа. 2. Выполнение расчётов, связанных с количественной оценкой параметров состояния реальных газов с использованием уравнения Ван-дер-Ваальса.	2
	10. Расчёт процессов изменения состояния водяного пара.	Выполнение расчётов, связанных с количественной оценкой параметрических характеристик воды и водяного пара и энергетических показателей процессов изменения их состояния с использованием аналитических зависимостей, таблиц и диаграмм.	2
<b>Раздел 9.</b> Термодинамика парогазовых смесей	11. Определение параметров влажного воздуха с использованием h-d диаграммы.	1. Определение углового коэффициента луча процесса согласно прогнозируемым изменениям параметров состояния влажного воздуха. 2. Построение в поле h-d диаграммы луча процесса с использованием транспортира углового масштаба.	2
	12. Типовые процессы изменения состояния влажного воздуха.	Качественная и количественная оценка политропных, адиабатических процессов и процессов смешивания разных количеств воздуха имеющих различные параметры с использованием h-d диаграммы.	2
	13. Процессы термовлажностной обработки воздуха.	Построение в поле h-d диаграммы комбинаций процессов охлаждения (нагрева) и осушения (увлажнения) влажного воздуха реализуемых в типовых установках конди-	2



Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
		ционирования с последующей количественной оценкой эффективности процессов.	
<b>Раздел 10.</b> Термодинамика стационарного потока.	14. Расчёт процессов истечения газов и паров из сосудов неограниченного объёма.	Выполнение расчётов, связанных с количественной оценкой скоростей и расходов при истечении идеальных газов и паров из отверстий, сопел и насадков.	2
<b>Раздел 11.</b> Термодинамика циклов энергетических машин для сжатия газов и паров.	15. Расчёт и оптимизация цикла поршневого компрессора.	Выполнение вариантного расчёта реального цикла одноступенчатого поршневого компрессора в условиях варьирования показателем политропы процесса сжатия с целью достижения оптимальных значений системы к.п.д.	2
<b>Раздел 12.</b> Термодинамика циклов тепловых двигателей с газообразным рабочим телом.	15. Расчёт и оптимизация цикла двигателя внутреннего сгорания.	Выполнение вариантного расчёта цикла двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла при постоянном давлении в условиях варьирования значением степени предварительного расширения с целью достижения максимального значения термического к.п.д.	2
	16. Расчёт и оптимизация цикла газотурбинной установки.	Выполнение вариантного расчёта цикла газотурбинной установки с подводом тепла при постоянном давлении в условиях варьирования значением степени повышения давления в цикле с целью достижения максимального значения термического к.п.д.	2
<b>Раздел 13.</b> Термодинамика циклов паросиловых установок.	17. Расчёт и оптимизация цикла ПСУ со вторичным перегревом пара.	Выполнение вариантного расчёта цикла ПСУ, работающей по циклу Ренкина с одноступенчатым вторичным перегревом пара в условиях варьирования величиной давления перегрева с целью достижения	2

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
		максимального значения термического к.п.д.	
	18. Расчёт и оптимизация регенеративного цикла ПСУ.	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
Раздел 14. Термодинамика обратных циклов энергетических машин.	19. Расчёт и оптимизация цикла паровой холодильной установки.	Выполнение вариантного расчёта цикла одноступенчатой паровой холодильной установки в условиях варьирования способом расширения хладагента в области влажного пара с целью оценки и последующего сопоставления холодильных коэффициентов и холодопроизводительности.	2
	19. Оценка показателей эффективности цикла паровой холодильной установки в условиях использования различных хладагентов.	Выполнение вариантного расчёта цикла одноступенчатой паровой холодильной установки в условиях варьирования видом хладагента при прочих равных условиях с целью оценки и последующего сопоставления холодильных коэффициентов и холодопроизводительности.	2
Раздел 15. Работоспособность термодинамических систем.	20. Эксергетический анализ рабочих процессов и циклов тепловых машин.	Построение и анализ эксергетической диаграммы типа $e = f(p, T)$ для системы реализующей процесс политропного расширения газа с совершением работы.	2
<b>Итого</b>	—	—	<b>32</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.</b> Основные понятия и определения в термодинамике.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Виды работ, используемые при термодинамическом анализе сложных систем.</li> <li>2. Аналитическое выражение первого закона термодинамики через внутреннюю энергию и энтальпию.</li> <li>3. Выражение первого закона термодинамики для процессов с трением.</li> </ol>
<b>Раздел. 2.</b> Первый закон термодинамики.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нормальные физические условия и их назначение при оценке состояния рабочего тела.</li> <li>2. Аналитические выражения первого закона термодинамики для идеальных газов. Свойства внутренней энергии и энтальпии идеального газа.</li> <li>3. Эмпирические формулы теплоёмкости газов. Свойства теплоёмкостей идеального газа.</li> <li>4. Способы определения показателя политропы для произвольного термодинамического процесса.</li> <li>6. Частные случаи политропных процессов.</li> <li>5. Расчёт изменения температур и количеств тепла по таблицам энтальпии и внутренней энергии идеальных газов.</li> </ol>
<b>Раздел 4.</b> Второй закон термодинамики.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сущность второго закона термодинамики и его известные формулировки.</li> <li>2. Методы термодинамического анализа замкнутых процессов.</li> <li>3. Влияние природы рабочего тела на показатели эффективности прямых и обратных циклов (теорема Карно).</li> <li>4. Условия равновесной передачи энергии между телами с разной температурой и взаимопревращениями теплоты и работы.</li> <li>5. Обобщение формулировок второго закона термодинамики и принципа возрастания энтропии.</li> <li>6. Взаимосвязь энтропии и термодинамической вероятности состояния системы.</li> <li>7. Статистическое толкование второго закона термодинамики.</li> <li>8. Пределы применимости второго закона термодинамики.</li> <li>9. Особенности изображения газовых процессов в <math>T-S</math>, <math>h-S</math> диаграммах. Термодинамические циклы в <math>T-S</math> диаграмме.</li> <li>10. Поведение термодинамических систем при температуре, стремящейся к абсолютному нулю.</li> </ol>
<b>Раздел 5.</b> Смеси идеальных газов. Смешивание газов.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Соотношение между массовыми, объёмными и молярными долями газов в смеси.</li> <li>2. Вычисление парциальных давлений компонентов газовой смеси.</li> <li>3. Методика вычисления теплоёмкости, внутренней энергии, энтальпии и плотности газовой смеси.</li> </ol>

Наименование раздела дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
<b>Раздел 7.</b> Равновесие термодинамических систем.	1. Равновесие однородной системы. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы 1-го и 2-го рода. 2. Общие условия фазового равновесия при плоской границе раздела фаз. Устойчивость фазы. 3. Фазовые и термодинамические диаграммы.
<b>Раздел 8.</b> Термодинамика реального газа и пара.	1. Критические параметры веществ. 2. Методика исследования и расчёта процессов изменения состояния пара при помощи $T-s$ и $h-s$ диаграмм, таблиц и аналитических зависимостей.
<b>Раздел 10.</b> Термодинамика стационарного потока.	1. Оценка параметров полного адиабатного торможения потока. 2. Скачок уплотнения. 3. Уравнение ударной адиабаты. 4. Расчёт скорости и расхода истечения реального (пара) из сосуда ограниченного объёма при помощи $h-s$ диаграммы. 5. Уравнение процесса дросселирования. Техническое применение процесса дросселирования. 6. Дросселирование идеального газа и водяного пара. Потери эксергии потока при дросселировании. 7. Дифференциальное уравнение адиабатного дроссель-эффекта. 8. Температура инверсии. Кривая инверсии.
<b>Раздел 11.</b> Термодинамика циклов энергетических машин для сжатия газов и паров.	1. Общие методы анализа циклов энергетических машин. 2. Распределение общего перепада давления между ступенями компрессора. 3. Особенности процессов сжатия реальных газов и паров. 4. Сжатие газов в эжекторе. 5. Принцип действия центробежного компрессора. Особенности рабочего процесса в центробежном компрессоре.
<b>Раздел 12.</b> Термодинамика циклов тепловых двигателей с газообразным рабочим телом.	1. Принцип работы и основные процессы в двигателях внутреннего сгорания. 2. Взаимосвязь индикаторной диаграммы рабочих процессов и термодинамического цикла двигателя. Понятие индикаторного к.п.д. 3. Безразмерные параметры для характеристики циклов ДВС. 4. Постановка задачи и общая методика термодинамического анализа циклов. 5. Термодинамический анализ циклов с подводом теплоты при постоянном объёме, давлении и со смешанным подводом тепла. 6. Термодинамический анализ цикла двигателя с внешним подводом теплоты. 7. Методы повышения термического к.п.д. циклов поршневых двигателей.

Наименование раздела дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	8. Сопоставительный анализ циклов поршневых двигателей и циклов газотурбинных установок.
<b>Раздел 13.</b> Термодинамика циклов паросиловых установок.	1. Действительный цикл ПТУ с необратимым адиабатным расширением пара. 2. Методика расчёта термического к.п.д. цикла Ренкина по $h-s$ диаграмме и по таблицам водяного пара. 3. Определение потребных расходов пара для требуемого режима работы подогревателя. Выражение термического к.п.д. для регенеративного цикла ПТУ. 4. Оптимальная температура подогрева питательной воды и максимальный КПД регенеративного цикла. 5. Эксергетический и тепловой балансы паротурбинных установок. 6. Преимущества и недостатки водяного пара как рабочего тела. 7. Понятие бинарного цикла. Принципиальная схема, теплоносители и рабочие процессы бинарной паротурбинной установки. Бинарный цикл и методика оценки его термического к.п.д. 8. Перспективы применения бинарных циклов и газовых теплоносителей в ЯЭУ 9. Обоснование использования ПГУ в практике преобразования энергии. Рабочие тела для ПГУ. Принципиальные схемы, рабочие процессы и циклы ПГУ со смешанными и разделёнными рабочими телами. 10. Определение термического к.п.д. для циклов ПГУ. Краткий анализ эффективности каждой конструктивной схемы ПГУ.
<b>Раздел 14.</b> Термодинамика обратных циклов энергетических машин.	1. Цикл абсорбционной холодильной машины. 2. Принципиальная схема, рабочие процессы и цикл теплового насоса. 3. Термохимический трансформатор теплоты. 4. Термодинамические основы процессов получения сжиженных газов. 5. Общие принципы достижения сверхнизких температур.
<b>Раздел 15.</b> Работоспособность термодинамических систем.	1. Функция работоспособности рабочего тела. 2. Количественные соотношения между работой при обратимых и необратимых процессах.
<b>Раздел 16.</b> Термодинамика систем с химическими превращениями.	1. Термохимическое уравнение. 2. Тепловые эффекты образования и сгорания веществ. 3. Зависимость тепловых эффектов от температуры и от агрегатного состояния веществ.

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.</b> Основные понятия и определения в термодинамике.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 2.</b> Первый закон термодинамики.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 3.</b> Термодинамика идеального газа.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 4.</b> Второй закон термодинамики.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 5.</b> Смеси идеальных газов. Смешивание газов.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 6.</b> Характеристические функции и дифференциальные уравнения термодинамики.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
	Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 7.</b> Равновесие термодинамических систем.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 8.</b> Термодинамика реального газа и пара.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 9.</b> Термодинамика парогазовых смесей	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 10.</b> Термодинамика стационарного потока.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 11.</b> Термодинамика циклов энергетических машин для сжатия газов и паров.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 12.</b> Термодинамика циклов тепловых двигателей с газообразным рабочим телом.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
	аттестации
<b>Раздел 13.</b> Термодинамика циклов паросиловых установок.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 14.</b> Термодинамика обратных циклов энергетических машин.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 15.</b> Работоспособность термодинамических систем.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 16.</b> Термодинамика систем с химическими превращениями.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

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

Методические указания по дисциплине содержатся в соответствующем разделе электронного курса «Термодинамика и тепломассообмен двигателей внутреннего сгорания» информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>).

### 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, экспресс-тестирование.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устная (устный опрос, защита письменной работы, доклада по результатам самостоятельной работы, рефератов и т.д.);</li> <li>- письменная (письменный опрос, выполнение конспектов, глоссариев, расчетно-графической работы / курсового проекта / курсовой работы и т.д.);</li> <li>- тестовая (бланочное или компьютерное тестирование)</li> </ul>	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме зачета, экзамена, проводимого в устной 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

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
Лекции	Проблемная лекция. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия / Лабораторные работы	Групповые дискуссии. Решение практических задач. Тестирование.
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к дискуссии. Выполнение практического задания / лабораторной работы. Подготовка докладов, рефератов Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям.

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
	Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта. Подготовка к экзамену/зачету
Консультации	Концентрация внимания на отдельных вопросах. Личностно-ориентированный подход. Диалог.
Промежуточная аттестация обучающихся	Зачет и экзамен (в устной форме).

## **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;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Термодинамика и тепломассообмен двигателей внутреннего сгорания – автор Рогалев В.В., разработчик РПД для обучающихся 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, Андросенко В.А. Техническая термодинамика. Часть 1. [Текст] + [Электронный ресурс]: Методические указания к изуче-

нию дисциплины и выполнению контрольной работы для обучающихся по заочной форме обучения по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Инженерные сети и коммуникации населённых пунктов». – Брянск: БГТУ, 2019. – 88 с.

2. Анисин А.А., Анисин А.К., Андросенко В.А. Техническая термодинамика. Часть 2. [Текст] + [Электронный ресурс]: Методические указания к изучению дисциплины и выполнению контрольной работы для обучающихся по заочной форме обучения по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», профиль «Инженерные сети и коммуникации населённых пунктов». – Брянск: БГТУ, 2019. – 116 с.

3. 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.

4. Анисин А.А., Анисин А.К. Техническая термодинамика. Реальные газы. [Текст] + [Электронный ресурс]: методическое пособие к изучению раздела дисциплины для обучающихся по очной форме обучения по направлениям подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и 13.03.03 «Энергетическое машиностроение». – Брянск: БГТУ, 2017. – 76 с.

5. Анисин А.А., Анисин А.К. Техническая термодинамика. Расчёт и оптимизация газового цикла: методические указания к выполнению курсовой работы для обучающихся по очной и заочной формам обучения по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2019. – 53 с.

6. Анисин А.А., Анисин А.К. Техническая термодинамика. Методы решения практических задач [Текст] + [Электронный ресурс]: методическое пособие для подготовки к работе на практических занятиях по дисциплине «Техническая термодинамика» для обучающихся по очной форме обучения по направлениям подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2017.

7. 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.

8. Соченов В.Н. Техническая термодинамика: методические указания к выполнению лабораторного практикума для студентов очной формы обучения по специальности 140104 «Промышленная теплоэнергетика». – 2-е изд., перераб. и доп. – Брянск: БГТУ, 2009. – 44 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.
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.
3. Исаев С.А. Термодинамика / С.А. Исаев. – Изд. 2-е. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2000. – 412 с.
4. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача / В.В.Нащокин. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 469 с.
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.
6. Кудинов В.А., Карташов Э.М. Техническая термодинамика / В.А. Кудинов, Э.М.Карташов. – М.: Высш. школа, 2000. – 261 с.
7. Овчинников Ю.В. Основы технической термодинамики [Электронный ресурс]: учебник / Ю.В. Овчинников. – Электрон. текстовые данные. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010. – 293 с.
8. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: учеб. для вузов/ О.Н. Брюханов. – М.: ИНФРА-М, 2013.–463 с.
9. Кудинов, А.А. Тепломассообмен: учеб. пособие для вузов/ А.А. Кудинов.– М.: ИНФРА-М, 2012.–374 с.

#### ***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.
2. Андриющенко А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок / А.И. Андриющенко. – Изд. 2-е. – М.: Высш. школа, 1985. – 319 с.
3. Зубарев В.Н., Александров А.А. Практикум по технической термодинамике / В.Н. Зубарев, А.А. Александров. – Изд. 2-е. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 271 с.
4. Ляшков В. И. Теоретические основы теплотехники: Учеб. пособие. – М.: Машиностроение-1, 2008. – 260 с.
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.
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.
7. 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.

### **б) 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.
2. Бурцев С.И., Цветков Ю.Н. Влажный воздух. Состав и свойства: Учеб. пособие. – СПб.; СПбГАХПТ. – 1998. – 146 с.
3. Термодинамические свойства воздуха. /Сычев В. В., Вассерман А. А., Козлов А. Д., Спиридонов Г. А., Цымарный В. А. – ГСССД. Серия монографии. М.: Издательство стандартов, 1978. – 276 с.

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

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). Электронно-библиотечная система ИД «Гребенников» (<https://grebennikon.ru>).
- 5). Единое окно доступа к информационным ресурсам (<http://window.edu.ru>).
- 6). Национальная электронная библиотека (<http://www.elibrary.ru>).
- 7). Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» (<http://school-collection.edu.ru>).
- 8). Федеральный Интернет-портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>).

### **8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем**

- 1). Операционная система класса Microsoft Windows.
- 2). Пакет офисных прикладных программ OpenOffice или Microsoft Office.
- 3). Система автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D».
- 4). Справочная правовая система «КонсультантПлюс»

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

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- лаборатория со специализированным оборудованием для проведения лабораторных работ;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, зачета, зачета с оценкой, экзамена;

- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также 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, прочитывать 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 исторических и социокультурных, образовательных 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, выполнение расчетно-графической работы/курсового проекта/курсовой работы.

Выполнение РГР/курсового проекта/курсовой работы по дисциплине предусматривает информирование студентов о ее целях, структуре, выдачу методических указаний и задания, разъяснения по выбору варианта, ознакомление с порядком и сроками сдачи готовых материалов, проведение индивидуальных консультаций и разъяснение отдельных вопросов при необходимости.

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

При подготовке к зачету и 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 аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
Подготовка к зачету и 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>
ПК-1.1	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-16). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-16).	Вопросы к зачету и экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-1.2	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-16). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-16).	Вопросы к зачету и экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-1.3	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-16). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-16).	Вопросы к зачету и экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-3.1	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-16). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-16).	Вопросы к зачету и экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-3.2	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-16). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-16).	Вопросы к зачету и экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-3.3	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-16). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-16).	Вопросы к зачету и экзамену представлены в ФОС по дисциплине.

### **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 за-

мечаниями, 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).

Критерии и шкала оценки доклада (реферата), его презентации по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки доклада (реферата), его презентации по дисциплине

Оценка	Оцениваемые параметры
«отлично»	Теоретический вопрос раскрыт полностью без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. На защите ответ обучающегося полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«хорошо»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточно высоком уровне без смысловых и логических ошибок. Задание решено верно. Имеются незначительные недочеты в определении единиц измерения, точности вычислений и т.п. На защите ответ обучающегося в целом полный и правильный. Обучающийся способен изложить решение задания, сделать собственные выводы, проанализировать основные показатели. В полном объеме представлен соответствующий графический материал.
«удовлетворительно»	Теоретический вопрос раскрыт на достаточном уровне, без существенных смысловых и логических ошибок. Задание решено верно, но имеются значительные недочеты в его решении, связанные с неполнотой ответа, с правильным исчислением одних данных и неверным – других и пр. На защите ответ неполный. Обучающийся способен четко изложить решение задания, но допускает неточности в формулировке собственных выводов и анализе основных показателей. В неполном объеме представлен графический материал.
«неудовлетворительно»	Теоретический вопрос не раскрыт или раскрыт не полностью при наличии разного рода неточностей и ошибок. Задание решено со значительными недочетами, с неполными ответами, с неправильным

Оценка	Оцениваемые параметры
	исчислением данных. На защите ответ обучающегося неполный. Обучающийся не способен четко изложить решение задания, допускает неточности в формулировке собственных выводов, не способен проанализировать основные показатели. Графический материал не представлен или представлен не в полном объеме.

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 зачета и экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий (зачтено / «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 (зачтено / «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 (зачтено / «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.
Низкий (не зачтено / «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 серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	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 (зачета и 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 16.

Таблица 16 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

Оценка	Характеристика результатов обучения
Зачтено / «Отлично» (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены
Зачтено / «Хорошо» (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)	Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями
Зачтено / «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
Не зачтено / «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 теплообмен двигателей внутреннего сгорания», 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 двигателей внутреннего сгорания».

### **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.