



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

Учебно-научный технологический институт  
(наименование факультета/института)

Кафедра «Технология машиностроения»  
(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 теплопередача»  
(наименование дисциплины)

15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов  
(код и наименование специальности или направления подготовки)

Проектирование технологических комплексов механосборочных производств  
(направленность (профиль)/ специализация образовательной программы)

высшее образование – специалитет  
(уровень образования)

инженер  
(квалификация, присваиваемая по специальности или направлению подготовки)

заочная  
(форма обучения)

2022  
(год набора)

Брянск 2022

**Рабочая программа учебной дисциплины  
«Термодинамика и теплопередача»**

*(наименование дисциплины)*

**15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Проектирование технологических комплексов механосборочных производств**

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

**Разработал(и):**

\_\_\_\_\_  
доцент, к.т.н, доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
Е.А. Польский

*(И.О. Фамилия)*

\_\_\_\_\_  
*(должность, ученая степень, ученое звание)*

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Технология машиностроения»

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

22 апреля 2022 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_  
к.т.н, доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
Е.А. Польский

*(И.О. Фамилия)*

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Технология машиностроения»

*(наименование выпускающей кафедры)*

\_\_\_\_\_  
к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

\_\_\_\_\_  
*(подпись)*

\_\_\_\_\_  
Польский Е.А.

*(И.О. Фамилия)*

© Польский Е.А. 2022

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ.....  | 5  |
| 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....  | 5  |
| 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ<br>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)<br>дисциплины.....   | 8  |
| 5.3. Лекции .....   | 8  |
| 5.4. Лабораторные работы .....  | 14 |
| 5.5. Практические занятия .....   | 14 |
| 5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....   | 15 |
| 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной<br>аттестации обучающихся .....   | 18 |
| 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....   | 18 |
| 7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ<br>ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ<br>ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....   | 19 |
| 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ<br>ДИСЦИПЛИНЫ .....   | 19 |
| 8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы<br>обучающихся .....  | 19 |
| 8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой<br>для освоения дисциплины .....  | 20 |
| 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети<br>«Интернет», используемых при изучении дисциплины .....  | 21 |
| 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении<br>образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного<br>обеспечения и (или) информационных справочных систем ..... | 21 |
| 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....  | 21 |
| 10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА<br>ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ<br>ЗДОРОВЬЯ.....   | 22 |

|   |    |
|---|----|
| 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....   | 23 |
| 11.1. Методические материалы для педагогических работников .....  | 23 |
| 11.2. Методические материалы для обучающихся .....  | 24 |
| 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....   | 25 |
| 12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....  | 25 |
| 12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....  | 26 |
| 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....   | 26 |
| 12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....  | 27 |
| 12.5. Характеристика результатов обучения .....   | 27 |
| 12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля<br>успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ..... | 28 |
| 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....   | 28 |

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Учебная дисциплина «Термодинамика и теплопередача» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, специализация «Проектирование технологических комплексов механосборочных производств».

### **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 теплообмена;
- изучение методов качественной и количественной оценки эффективности теплотехнических процессов, реализуемых в элементах конструкций технических систем;
- приобретение базовых практических навыков в предметном поле анализа и совершенствования теплопередающих узлов технических систем.

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

Дисциплина входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы и реализуется на 6 курсе(-ах) в V семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: Гидропневмопривод технологического оборудования, Механика жидкости и газа.

Параллельно изучаются дисциплины: Физика и инженерия поверхности, Технологическое обеспечение комплексов машиностроительных производств.

Базируются на изучении дисциплины: выполнение ВКР.

### **3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ОПК-2, 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-2. Способен самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении | ОПК-2-1: самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении | ОПК-2-1: методику самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении | ОПК-2-2: самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении | ОПК-2-3: навыками самостоятельно применять приобретенные математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения инженерных задач в машиностроении |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

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

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам

| 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 |
| <b>1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:</b>          | <b>8</b>           | -       | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 8   | - |
| 1.1. Лекции, час.  | 4                  | -       | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4   | - |
| 1.2. Лабораторные работы, час.   | 4                  | -       | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 4   | - |
| в том числе в форме практической подготовки  |                    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |   |
| 1.3. Практические занятия, час.  | 0                  | -       | - | - | - | - | - | - | - | - | - | -   | - |
| в том числе в форме практической подготовки  |                    |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |   |
| <b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>   | <b>132</b>         | -       | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 132 | - |
| <b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b> | <b>4</b>           |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |   |
| 3.1. Экзамен, семестр  |                    | -       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |   |
| 3.2. Зачет, семестр  |                    | В       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |   |
| 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>   | <b>144</b>         |         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |   |

## 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.                                 |                    | 1      |                     |                      |                        |
| Тема 2. Термодинамика идеального газа.  |                    |        | 2                   |                      |                        |
| Тема 3. Второй закон термодинамики и его приложения к анализу термодинамических систем. |                    | 1      |                     |                      |                        |

| Наименование раздела (темы) дисциплины                              | Трудоемкость, час. |          |                     |                      |                        |
|---|--------------------|----------|---------------------|----------------------|------------------------|
|   | Всего              | Лекции   | Лабораторные работы | Практические занятия | Самостоятельная работа |
| Тема 4. Термодинамический анализ и оптимизация замкнутых процессов. |                    |          |                     |                      |                        |
| <b>Раздел 2. Основы теплопередачи.</b>                              |                    |          |                     |                      |                        |
| Тема 1. Базовые понятия и уравнения теплообмена.                    |                    | 1        |                     |                      |                        |
| Тема 2. Теплопроводность и теплопередача.                           |                    | 1        | 2                   |                      |                        |
| Тема 3. Конвективный теплообмен.                                    |                    |          |                     |                      |                        |
| Тема 4. Лучистый теплообмен.  |                    |          |                     |                      |                        |
| Тема 5. Приложения теории теплообмена.                              |                    |          |                     |                      |                        |
| <b>Итого</b>  | <b>144</b>         | <b>4</b> | <b>4</b>            |                      | <b>132</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 темы дисциплины  | Код компетенции |
|---|-----------------|
|   | ОПК-2           |
| <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. Термодинамический анализ и оптимизация замкнутых процессов.                     | +               |
| <b>Раздел 2. Основы теплопередачи.</b>  |                 |
| Тема 1. Базовые понятия и уравнения тепломассообмена.                                   | +               |
| Тема 2. Теплопроводность.   | +               |
| Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен.   | +               |
| Тема 4. Лучистый теплообмен.  | +               |
| Тема 5. Приложения теории теплообмена.  | +               |

## 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. |
|---|---|---|--------------------|
| Раздел 1. Основы технической термодинамики.             |   |   |                    |
| 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.<br>2. Термодинамическая система и окружающая среда.<br>3. Термодинамические характеристики состояния тел.<br>4. Понятие термодинамического процесса. Равновесные и неравновесные состояния и процессы.<br>5. Термическое уравнения состояния и его графические интерпретации.<br>6. Энергетические характеристики термодинамической системы и термодинамического процесса.<br>7. Физическая и энергетическая сущность теплоты, работы, внутренней энергии и энтальпии.<br>8. Формулировки закона сохранения и превращения энергии для произвольной и термодинамической систем. | 1                  |
| Тема 2. Термодинамика идеального газа.                  | 2. Уравнения состояния идеального газа.   | 1. Схематизация явлений в термодинамике (понятие «идеального газа»)<br>2. Уравнение Клапейрона.<br>3. Понятие и физический смысл газовой постоянной.<br>4. Уравнение состояния идеального газа.<br>5. Универсальное уравнение состояния идеального газа и его приложение в практике анализа термодинамических систем.   |                    |
|   | 3. Определение количества тепла. Понятия о теплоёмкости. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкостей.   | 1. Методики расчёта количества теплоты.<br>2. Понятие истинной и средней теплоёмкостей газа и методика их опреде-   |                    |

| Наименование темы дисциплины  | Тема лекции  | Содержание лекции   | Трудоемкость, час. |
|---|--|---|--------------------|
|   |  | ления при помощи таблиц.<br>3. Связь между изохорной и изобарной теплоёмкостями идеального газа (закон Майера).<br>4. Молекулярно-кинетическая теория теплоёмкости газов.   |                    |
|   | 4. Смеси идеальных газов. Смешивание газов.  | 1. Способы задания смесей идеальных газов.<br>2. Определение газовой постоянной и теплоёмкостей для смесей идеальных газов по заданному составу.<br>3. Определение основных параметров состояния смесей идеальных газов при различных способах смешивания.  |                    |
|   | 5. Политропные процессы с идеальными газами и их анализ.   | 1. Общие методы исследования процессов изменения состояния рабочих тел.<br>2. Понятие политропного процесса.<br>3. Уравнение политропного процесса.<br>4. Взаимосвязь между параметрами состояния при протекании политропных процессов и методика оценки их энергетических показателей.<br>5. Термодинамический анализ политропных процессов. |                    |
| Тема 3. Второй закон термодинамики и его приложения к анализу термодинамических систем. | 6. О замкнутых термодинамических процессах (циклах) и условиях достижения их максимальной эффективности. | 1. Понятие замкнутого процесса (термодинамического цикла) и условия возможности его реализации.<br>2. Прямые и обратные циклы. Критерии оценки эффективности прямых и обратных циклов.<br>3. Обратимые и необратимые процессы и циклы.<br>4. Условия для обеспечения максимальных показателей эффективности пря-                              | 1                  |

| Наименование темы дисциплины  | Тема лекции   | Содержание лекции  | Трудоемкость, час. |
|---|---|--|--------------------|
|   |   | мых и обратных циклов (цикл Карно и его анализ).   |                    |
|   | 7. Понятие энтропии как функции состояния рабочего тела. Физическая сущность второго закона термодинамики.                              | 1. Понятие энтропии как функции состояния рабочего тела.<br>2. Место энтропии в методиках анализа термодинамических процессов.<br>3. Динамика изменения энтропии в изолированной термодинамической системе и деградация энергии.<br>4. Принцип возрастания энтропии, формулировка и физический смысл второго закона термодинамики.<br>5. Тепловая $T-s$ диаграмма состояния газов, её свойства и практическое приложение.<br>6. Вычисление энтропии идеального газа для обратимых и необратимых процессов. |                    |
|   | 8. Работоспособность термодинамической системы и общие принципы эксергетического анализа тепловых процессов и работы технических систем | 1. Эффективность преобразования энергии.<br>2. Функция работоспособности рабочего тела.<br>3. Количественные соотношения между работой при обратимых и необратимых процессах.<br>4. Функция работоспособности теплоты (эксергия теплоты) для непроточной системы.<br>5. Эксергетическая $e-h$ диаграмма. Понятие потери эксергии и эксергетического к.п.д.<br>6. Принципы эксергетического анализа тепловых процессов и работы энергетических машин.   |                    |
| Тема 4. Термодинамический анализ и оптимизация замкнутых процессов. | 9. Термодинамический анализ и подходы к оптимизации рабочих процессов и циклов теплотехнических устройств.                              | 1. Принцип построения термодинамических циклов технических устройств.<br>2. Безразмерные парамет-  |                    |

| Наименование темы дисциплины                     | Тема лекции   | Содержание лекции  | Трудоемкость, час. |
|--|---|--|--------------------|
|  |   | ры для характеристики отдельных процессов цикла.<br>3. О подходах к формированию зависимости показателей эффективности от безразмерных параметров процессов цикла.<br>4. Термодинамический анализ циклов.<br>5. Методы повышения показателей эффективности циклов.   |                    |
| 2. Основы теплопередачи.                         |   |  |                    |
| Тема 1. Базовые понятия и уравнения теплообмена. | 10. Формы передачи тепловой энергии. Дифференциальные уравнения теплообмена.                      | 1. Виды тепломассообмена: теплопроводность, теплоотдача, тепловое излучение, теплопередача, диффузия, массоотдача.<br>2. Понятие температурного поля, градиента температурного поля, изотермической поверхности, температурного напора, теплового потока, поверхностной плотности теплового потока.<br>3. Дифференциальные уравнения теплообмена: уравнение теплообмена, уравнение теплопроводности, уравнение сплошности. | 1                  |
| Тема 2. Теплопроводность и теплопередача.        | 11. Механизм и методики количественной оценки процессов теплопроводности при стационарном режиме. | 1. Гипотеза Фурье.<br>2. Понятие коэффициентов теплопроводности и температуропроводности.<br>3. Термическое сопротивление при теплопроводности. 4. Уравнение теплопроводности через плоскую однослойную стенку.<br>5. Уравнение теплопроводности через плоскую многослойную стенку.<br>6. Уравнение теплопроводности через цилиндрическую стенку.  | 1                  |
| Тема 3. Конвективный теплообмен.                 | 12. Подобие процессов теплообмена.  | 1. О проблемах количественной оценки процессов   |                    |

| Наименование темы дисциплины | Тема лекции  | Содержание лекции   | Трудоемкость, час. |
|------------------------------|--|---|--------------------|
|                              |  | теплообмена и методах их решения.<br>2. Понятие о подобных системах и условиях подобия.<br>3. Об общих подходах формирования критериев подобия и месте их приложения.<br>4. Условия и критерии гидродинамического подобия.<br>5. Условия и критерии теплового подобия.<br>6. Понятие об уравнениях подобия.   |                    |
|                              | 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.<br>2. Структура критериальных уравнений обсуждаемого процесса теплообмена и их анализ.  |                    |
|                              | 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.<br>2. Анализ влияния геометрических и режимных параметров процесса на динамику изменения коэффициента теплоотдачи.<br>3. Структура критериальных уравнений обсуждаемого процесса теплообмена и их анализ. |                    |
| Тема 4. Лучистый теплообмен. | 15. Методы количественной оценки процессов лучистого теплообмена.                              | 1. Тепловой баланс лучистого теплообмена.<br>2. Особенности механизма теплообмена излучением между плоскими твердыми телами и его количественная оценка.<br>3. Методы деинтенсификации теплообмена излучением.<br>4. Особенности течения  |                    |

| Наименование темы дисциплины           | Тема лекции   | Содержание лекции  | Трудоемкость, час. |
|--|---|--|--------------------|
|  |   | теплообмена излучением в газообразной среде.   |                    |
| Тема 5. Приложения теории теплообмена. | 16. Приложение средств количественной оценки процессов теплообмена к оценке энергетической эффективности и конструкторскому расчёту теплотехнических устройств. | 1. Критерии оценки эффективности теплоотдающих поверхностей.<br>2. Понятие о комплексных тепловых, объёмных и массовых характеристиках и способах их формирования на базе уравнений подобия теплоотдачи и сопротивления.<br>3. Методы расчёта теплопередающих устройств. |                    |
| <b>Итого</b>                           | —   | —  | 4                  |

#### 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. |
|--|---|--------------------|
| Тема 2. Термодинамика идеального газа    | Исследование политропного процесса сжатия воздуха (экспериментальная и расчётная часть) | 2                  |
| Тема 2. Теплопроводность и теплопередача | Определение коэффициентов теплопроводности материалов методом регулярного режима        | 2                  |
| <b>Итого</b>                             | —   | 4                  |

#### 5.5. Практические занятия

Практические занятия по дисциплине не 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>Итого</b>                 | —                          | ...                              |                    |

## 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

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

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

| Наименование темы дисциплины  | Вопросы для самостоятельного изучения темы   |
|---|--|
| <b>Раздел 1. Основы технической термодинамики.</b>                                      |  |
| Тема 1. Энергетический баланс термодинамических систем.                                 | 1. Формулировки закона сохранения и превращения энергии для произвольной и термодинамической систем.<br>2. Первый закон термодинамики для процессов с трением.<br>3. Физическая и энергетическая сущность теплоты, работы, внутренней энергии и энтальпии.   |
| Тема 2. Термодинамика идеального газа.  | 1. Способы определения показателя политропы для произвольного термодинамического процесса.<br>2. Методики прогнозирования изменения параметров состояния и оценка энергетических характеристик при течении произвольных политропных процессов.<br>3. 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. | 1. Влияние природы рабочего тела на показатели эффективности прямых и обратных циклов (теорема Карно).<br>2. Пределы применимости второго закона термодинамики.<br>3. Тепловая $T-s$ диаграмма состояния газов, её свойства и практическое приложение.<br>4. Особенности изображения газовых процессов в $T-S$ диаграммах.<br>5. Динамика изменения энтропии в изолированной термодинамической системе и деградация энергии.<br>6. Принцип возрастания энтропии, формулировка и физический смысл второго закона термодинамики.<br>7. Термодинамические циклы в $T-S$ диаграмме.<br>8. Функция работоспособности теплоты (эксергия теплоты) для непроточной системы.<br>9. Понятие и практическое приложение «среднеинтегральной температуры процесса». |
| Тема 4. Термодинамический анализ и оптимизация замкнутых процессов.                     | 1. Понятие «степени заполнения цикла Карно» и его практическое приложение в практике совершенствования термодинамических циклов энергетических установок.<br>2. Методы термодинамического анализа и оптимизации обратных циклов.   |
| <b>2. Основы теплопередачи</b>  |  |
| Тема 1. Базовые понятия и уравнения теплообмена.  | Дифференциальные уравнения гидромеханики: движения и неразрывности   |

| Наименование темы дисциплины           | Вопросы для самостоятельного изучения темы  |
|--|---|
| Тема 2. Теплопроводность.              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Теплопроводность при стационарном режиме тел сложной формы.</li> <li>2. Дифференциальное уравнение теплопроводности при нестационарном режиме.</li> <li>3. Краевые условия в задачах нестационарного теплообмена.</li> <li>4. Симплексы нестационарного теплообмена: безразмерная (относительная) температура, безразмерные координаты.</li> <li>5. Номограммы для определения режимов охлаждения (нагрева) шара, параллелепипеда, цилиндра и методы их использования.</li> <li>6. Полное термическое сопротивление теплопередачи.</li> <li>7. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.</li> <li>8. Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки.</li> <li>9. Передача теплоты через шаровую стенку.</li> <li>10. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках.</li> <li>11. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку.</li> <li>12. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки.</li> </ol> |
| Тема 3. Конвективный теплообмен.       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Методы экспериментальных исследований процессов конвективного теплообмена. Выбор определяющих размеров.</li> <li>2. Методы интенсификации теплоотдачи; оребрение: виды рёбер и методы их изготовления (присоединения к базовой теплообменной поверхности).</li> <li>3. Понятие коэффициента оребрения и к.п.д. ребра; оценка приведенного коэффициента теплоотдачи при оребрении.</li> <li>4. Анализ влияния геометрических и режимных параметров процесса на динамику изменения коэффициента теплоотдачи.</li> </ol>   |
| Тема 4. Лучистый теплообмен.           | Физическая сущность и формулировки основных законов теплового излучения: Планка, Ламберта, Стефана-Больцмана, Кирхгоффа).   |
| Тема 5. Приложения теории теплообмена. | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие об уравнениях теплового баланса и их применении при выполнении теплотехнических расчётов.</li> <li>2. Методы расчёта теплопередающих устройств.</li> </ol>  |

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.                                 | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.                                     |
| Тема 2. Термодинамика идеального газа.  | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний. |
| Тема 3. Второй закон термодинамики и его приложения к анализу термодинамических систем. | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.                                     |
| Тема 4. Термодинамический анализ и оптимизация замкнутых процессов.                     | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.                                     |
| <b>Раздел 2. Основы теплопередачи.</b>  |  |
| Тема 1. Базовые понятия и уравнения теплообмена.  | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.                                     |
| Тема 2. Теплопроводность и теплопередача.   | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний. |
| Тема 3. Конвективный теплообмен.  | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний. |
| Тема 4. Лучистый теплообмен.  | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.                                     |
| Тема 5. Приложения теории теплообмена.  | Систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, освоение отдельных учебных вопросов, подготовка к лабораторным занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний. |

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

## 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               | Устный экспресс-опрос   | На каждом занятии           |
| Самостоятельная работа обучающихся | - устная (устный опрос);<br>- письменная (выполнение расчетно-графической работы) | В течение семестра          |

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме зачета, проводимого в устной / письменной 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.<br>Лекция-визуализация.   |
| Практические занятия                 | Решение практических задач.<br>Тестирование.   |
| Самостоятельная работа обучающихся   | Проработка лекционного материала.<br>Подготовка к лекциям.<br>Подготовка к практическим занятиям.<br>Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта.<br>Подготовка к зачету |
| Консультации                         | Концентрация внимания на отдельных вопросах.<br>Личностно-ориентированный подход.<br>Диалог.   |
| Промежуточная аттестация обучающихся | Зачет (в устной или письменной 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;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Термодинамика и теплопередача» – автор Польский Е.А. разработчика РПД для обучающихся по специальности 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов, специализация «Проектирование технологических комплексов механосборочных производств», форма обучения – заочная.

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». – Брянск: БГТУ, 2019. – 36 с.
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. – Элек-

трон. 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 втузов/ 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. (10 экз.)

### **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.

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

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- класс для проведения практических работ с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном;
- 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.

**Организация лабораторных работ 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.

**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 зачету 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

| Вид учебной работы | Организация деятельности обучающегося  |
|--------------------|--|
| Лекции             | Изучение дисциплины следует начинать с прослушивания и конспектирования лекций, перечитывать конспект перед выполнением домашних заданий и практическими занятиями. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последова- |



| <b>Вид учебной работы</b>   | <b>Организация деятельности обучающегося</b>   |
|---|--|
|   | тельно 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. |
| Лабораторные работы   | 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.  |
| 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   |
| Подготовка к зачету   | При подготовке к зачету 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-2  | 1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9).<br>2. Расчетно-графическая работа | Вопросы к зачету 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 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 зачета используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

| Уровень освоения (оценка) | Планируемые результаты освоения дисциплины  |
|---------------------------|---|
| Высокий (зачтено)         | 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 (зачте-        | Обучающийся знает теоретический и практический материал, гра-   |

| Уровень освоения<br>(оценка) | Планируемые результаты освоения дисциплины   |
|------------------------------|--|
| но)                          | мотно 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)            | Обучающийся знает на базовом уровне теоретический и практический материал, допускает отдельные ошибки при его изложении в ходе промежуточной аттестации.<br>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)          | 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 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 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 18.

Таблица 18 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

| Оценка   | Характеристика результатов обучения  |
|--|--|
| Зачтено (высокий уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине)    | Содержание дисциплины освоено полностью, все цели достигнуты, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены          |
| Зачтено (повышенный уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дисциплине) | Содержание дисциплины освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены с незначительными замечаниями |
| Зачтено (базовый уровень освоения всех индикаторов достижения компетенций в дис-           | Содержание дисциплины освоено частично, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, в них имеются ошибки  |

| Оценка  | Характеристика результатов обучения   |
|---|---|
| циipline)   |   |
| Не зачтено (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 теплопередача», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования ([edu.tu-bryansk.ru](http://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 теплопередача».

## 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 педагогиче-

ского 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.