



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

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Турбиностроение»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизации**

**В.А. Шкаберин**

**«25» апреля 2023 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Теплообменные аппараты и парогенераторы энергоустановок»**

*(наименование дисциплины)*

**13.03.03 Энергетическое машиностроение**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Паро- и газотурбинные установки и двигатели**

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

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавриат**

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

**очная**

*(форма обучения)*

**2023**

*(год набора)*

**Брянск 2023**

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Теплообменные аппараты и парогенераторы энергоустановок»

*(наименование дисциплины)*

13.03.03 Энергетическое машиностроение

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Паро- и газотурбинные установки и двигатели

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

**Разработал(и):**

доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

В.М. Шкодин

*(И.О. Фамилия)*

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Турбиностроение»

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

«23» марта 2023 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой

доцент, к.т.н.

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

А.В. Осипов

*(И.О. Фамилия)*

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Турбиностроение»

*(наименование выпускающей кафедры)*

к.т.н., доцент

*(ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

Осипов А.В.

*(И.О. Фамилия)*

© Шкодин В.М. 2023

© ФГБОУ ВО «Брянский государственный  
технический университет», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС .....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	6
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.....	9
5.3. Лекции .....	10
5.4. Лабораторные работы .....	15
5.5. Практические занятия .....	15
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	17
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	21
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	21
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	22
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	23
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	23
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	23
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	24
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	24
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	25
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	25

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	26
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	26
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	29
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	30
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	30
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	31
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	32
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	33
12.5. Характеристика результатов обучения .....	33
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	34
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	34

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Теплообменные аппараты и парогенераторы энергоустановок» (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 «Паро- и газотурбинные установки и двигатели».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – формирование у студентов знаний и практических навыков в области проектирования и эксплуатации теплообменных аппаратов паро- и газотурбинных установок, другого теплоэнергетического оборудования, выполнения тепловых и гидродинамических расчетов теплообменных аппаратов. При изложении курса особое внимание уделено теоретическим основам теплообменных процессов, методикам расчета и принципам проектирования теплообменных аппаратов турбинных установок.

**Задачи** дисциплины:

- ознакомить с основными типами теплообменных аппаратов, их принципами работы, конструкциями и режимами эксплуатации; – изучить методы расчета теплообменных аппаратов; – выработать знания, умения, навыки, необходимые для анализа и совершенствования режимов эксплуатации теплообменных аппаратов.
- развитие способности оценивать конструкцию детали в отношении её технологичности и норм точности в соответствии с её служебным назначением;
- развитие навыков самостоятельной работы при разработке технологических процессов механической обработки детали с применением высокопроизводительного оборудования, техоснастки и прогрессивных методов обработки.

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

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений учебного плана образовательной программы и реализуется на 3,4 курсе(-ах) в 6,7 семестре(-ах).

Предварительно изучаются дисциплины: *«Материаловедение», «Технология конструкционных материалов».*

Параллельно изучаются дисциплины: *«Термодинамика и теплообмен турбоустановок».*

Базируются на изучении дисциплины: *«Высшая математика», «Физика».*

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ПК-4, ПК-5, 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-4. Способен использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности	ПК-4.1 Применяет теоретические и практические знания для измерения параметров объектов профессиональной деятельности. ПК-4.2 Обеспечивает измерения физических величин и оценивает погрешность при обработке результаты измерений.	Технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности	Использовать технические средства для измерения основных параметров объектов деятельности	Навыками использования техническими средствами для измерения основных параметров объектов деятельности
ПК-5. Способность проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	ПК-5.1 Контролирует техническое состояние объектов профессиональной деятельности. ПК-5.2 Умеет разрабатывать предложения по повышению эффективности эксплуатации объектов профессиональной деятельности.	Анализ работы объектов профессиональной деятельности	проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности	Навыками проводить анализ работы объектов профессиональной деятельности

### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц(ы)(288 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>72</b>	-	-	-	-	-	32	40	-	-	-	-	-
1.1. Лекции, час.	32	-	-	-	-	-	16	16	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	8	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	32	-	-	-	-	-	16	16	-	-	-	-	-

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
в том числе в форме практической подготовки													
<b>2. Самостоятельная работа обучающихся, час.</b>	<b>135</b>	-	-	-	-	-	76	59	-	-	-	-	-
<b>3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:</b>	<b>45</b>												
3.1. Экзамен, семестр		6											
3.2. Зачет, семестр		7											
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		6											
<b>Общая трудоемкость (7 з.е.)</b>		252											

## 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> Теплообменные аппараты, назначение и классификация. Теплообменные аппараты в составе ГТУ, ПТУ. Конструкция кожухотрубных аппаратов, основные элементы.	<b>3</b>	<b>3</b>	-	-	-

Наименование раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
<b>Раздел 2.</b> Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты. Гидродинамический расчет.	22	2	-	5	15
<b>Раздел 3.</b> Конденсационные установки паровых турбин. Конструкции конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Методики расчета.	27	3	-	6	18
<b>Раздел 4.</b> Теплообменные аппараты в системах РППВ ПТУ. Тепловой и гидродинамический расчет.	20	2	-	4	14
<b>Раздел 5.</b> Маслоохладители. Типовые конструкции аппаратов, технические характеристики.	21	3	-	5	13
<b>Раздел 6.</b> Теплообменные аппараты газотурбинных установок, конструкции и расчет.	24	3	-	5	16
<b>Раздел 7.</b> Котельная установка и её место в схеме тепловой станции. Общая схема современной КУ.	19	2	-	-	17
<b>Раздел 8.</b> Топливо: виды, классификация, основные свойства, схема состава топлива и его теплотворная способность. Формула Д.И. Менделеева. Условное топливо. Горение топлива, организация процесса в топочных условиях. Топочные устройства котлоагрегатов.	36	7	8	-	21
<b>Раздел 9.</b> Тепловой расчет котлоагрегата, КПД котлоагрегата. Конструктивные формы котлов: с естественной циркуляцией; с принудительной циркуляцией; прямоточные. Золуудаление и очистка дымовых газов. Конструктивный расчет парогенератора. Водный режим котлоагрегата. Тепловая экономичность котлоагрегата. Автоматизация управления котельной установкой.	34	7	-	7	21
<b>Итого</b>	<b>207</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>135</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-4.1	ПК-4.2	ПК-5.1	ПК-5.2
<b>Раздел 1.</b> Теплообменные аппараты, назначение и классификация. Теплообменные аппараты в составе ГТУ, ПТУ. Конструкция кожухотрубных аппаратов, основные элементы.	+			
<b>Раздел 2.</b> Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты. Гидродинамический расчет.		+		+
<b>Раздел 3.</b> Конденсационные установки паровых турбин. Конструкции конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Методики расчета.		+	+	
<b>Раздел 4.</b> Теплообменные аппараты в системах РППВ ПТУ. Тепловой и гидродинамический расчет.	+		+	
<b>Раздел 5.</b> Маслоохладители. Типовые конструкции аппаратов, технические характеристики.			+	
<b>Раздел 6.</b> Теплообменные аппараты газотурбинных установок, конструкции и расчет.	+			+
<b>Раздел 7.</b> Котельная установка и её место в схеме тепловой станции. Общая схема современной КУ.		+		+
<b>Раздел 8.</b> Топливо: виды, классификация, основные свойства, схема состава топлива и его теплотворная способность. Формула Д.И. Менделеева. Условное топливо. Горение топлива, организация процесса в топочных условиях. Топочные устройства котлоагрегатов.	+	+		
<b>Раздел 9.</b> Тепловой расчет котлоагрегата, КПД котлоагрегата. Конструктивные формы котлов: с естественной циркуляцией; с принудительной циркуляцией; прямоточные. Золоудаление и очистка дымовых газов. Конструктивный расчет парогенератора. Водный режим котлоагрегата. Тепловая экономичность котлоагрегата. Автоматизация управления котельной установкой.	+		+	

### 5.3. Лекции

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

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 1.</b> Теплообменные аппараты, назначение и классификация. Теплообменные аппараты в составе ГТУ, ПТУ. Конструкция кожухотрубных аппаратов, основные элементы.	Теплообменные аппараты, назначение и классификация. Теплообменные аппараты в составе ГТУ, ПТУ. Конструкция кожухотрубных аппаратов, основные элементы.	<p>1. Назначение теплообменных аппаратов, их классификация по принципу действия. Принципиальные тепловые схемы турбоустановок. Система регенеративного подогрева питательной воды ПТУ.</p> <p>2. Схемы течения теплоносителей в теплообменном аппарате. Поверхности теплообмена. Основные элементы конструкции кожухотрубных аппаратов.</p> <p>3. Корпуса и опоры. Водяные камеры. Трубные доски и промежуточные перегородки. Трубки. Материалы.</p> <p>Трубные пучки, варианты компоновки. Определение проходных сечений и скоростей теплоносителей.</p>	3
<b>Раздел 2.</b> Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты. Гидродинамический расчет.	Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты. Гидродинамический расчет.	<p>1. Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Определение температур теплоносителей.</p> <p>2. Теплообмен однофазных теплоносителей. Теплообмен при конденсации водяного пара. Методы интенсификации теплообмена.</p> <p>3. Физические основы процесса деаэрации воды. Коррозионные процессы в теплообменных аппаратах. Аэрогидроди-</p>	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		<p>намические процессы в трубных пучках аппаратов.</p> <p>4. Основные уравнения теплового расчета теплообменного аппарата. Виды расчетов. Последовательность конструкторского расчета, поверочного расчета. Коэффициент теплопередачи теплообменного аппарата.</p> <p>5. Определение геометрических параметров теплообменного аппарата. Гидродинамический расчет теплообменного аппарата.</p>	
<p><b>Раздел 3.</b> Конденсационные установки паровых турбин. Конструкции конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Методики расчета.</p>	<p>Конденсационные установки паровых турбин. Конструкции конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Методики расчета.</p>	<p>1. Назначение и состав конденсационной установки. Влияние давления в конденсаторе на экономичность работы паровой турбины.</p> <p>2. Принципы проектирования конденсаторов. Типовые конструкции и технические характеристики конденсаторов. Насосы конденсационной установки: воздушные, конденсатные, циркуляционные.</p> <p>3. Основы процесса теплопередачи в конденсаторе. Факторы, влияющие на интенсивность теплового процесса в конденсаторе.</p> <p>4. Методики расчета конденсатора. Расчет зоны воздухоохладителя.</p>	3
<p><b>Раздел 4.</b> Теплообменные аппараты в системах РППВ ПТУ. Тепловой и гидродинамический расчет.</p>	<p>Теплообменные аппараты в системах РППВ ПТУ. Тепловой и гидродинамический расчет.</p>	<p>1. Системы регенеративного подогрева питательной воды. Подогреватели низкого давления поверхностного типа, смешивающего типа. Подогреватели высокого давления. Деаэраторы.</p> <p>2. Методики тепло-</p>	2

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		вого и гидродинамического расчетов поверхностных аппаратов систем. Методики теплогидравлического расчета смешивающих аппаратов.	
<b>Раздел 5.</b> Маслоохладители. Типовые конструкции аппаратов, технические характеристики.	Маслоохладители. Типовые конструкции аппаратов, технические характеристики.	1. Схемы включения маслоохладителей в системы маслоснабжения турбин. Технические характеристики и конструкции маслоохладителей. Теплогидравлический расчет маслоохладителей.	3
<b>Раздел 6.</b> Теплообменные аппараты газотурбинных установок, конструкции и расчет.	Теплообменные аппараты газотурбинных установок, конструкции и расчет.	1. Назначение теплообменных аппаратов, входящих в состав ГТУ, их классификация. Влияние теплообменных аппаратов на конструкцию, компоновку и эффективность работы ГТУ. 2. Регенераторы. Промежуточные воздухоохладители, утилизационные подогреватели воды. Тепловой и гидравлический расчет регенератора ГТУ.	3
<b>Раздел 7.</b> Котельная установка и её место в схеме тепловой станции. Общая схема современной КУ.	Котельная установка и её место в схеме тепловой станции. Общая схема современной КУ.	1. Котельная установка и её место в схеме тепловой станции. Общая схема современной котельной установки. Развитие котлостроения в России, перспективы.	2
<b>Раздел 8.</b> Топливо: виды, классификация, основные свойства, схема состава топлива и его теплотворная способность. Формула Д.И. Менделеева. Условное топливо. Горение топлива, организация процесса в топочных условиях. Топочные устройства котлоагре-	Топливо: виды, классификация, основные свойства, схема состава топлива и его теплотворная способность. Формула Д.И. Менделеева. Условное топливо. Горение топлива, организация процесса в топочных условиях. Топочные устройства котлоагре-	1. Топливо: виды, классификация, основные свойства, схема состава топлива и его теплотворная способность. Формула Д.И. Менделеева по определению теплотворной способности топлива. Условное топливо. Температурные характеристики топлив. Температуры вспышки, воспламенения и застывания, вязкость жидких топлив. Летучие со-	7

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
готов.		<p>ставляющие топлива, его балласт.</p> <p>2. Твёрдые топлива, классификация и характеристики по горючей части. Влага топлива, минеральные примеси топлива, зола. Летучие составляющие топлив, коксующесть топлив. Жидкие топлива и их марки; газообразные топлива, сжижение газов, использование их в большой энергетике.</p> <p>3. Горение топлива, организация процесса в топочных условиях. Слоевое и камерное горение топлив. Определение количества воздуха, необходимого для горения топлива. Коэффициент избытка воздуха при горении различных топлив. Определение количества дымовых газов при сжигании топлива и его температуры горения. I-t диаграмма для дымовых газов.</p> <p>4. Топочные устройства котлоагрегатов. Процесс горения по Киршу (стадии горения). Топки слоевого сжигания (ручные, полумеханические – шахтные, с наклонными решетками, механические – цепные и с передвижными и толкающими колосниками). Современные виды топок (их характеристики); методы приготовления твёрдых топлив к сжиганию. Схема приготовления угольной пыли в шахтных мельницах. Особенности устройства и работы вихревых (циклонных) топок.</p>	

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
<p><b>Раздел 9.</b> Тепловой расчет котлоагрегата, КПД котлоагрегата. Конструктивные формы котлов: с естественной циркуляцией; с принудительной циркуляцией; прямоточные. Золоудаление и очистка дымовых газов. Конструктивный расчет парогенератора. Водный режим котлоагрегата. Тепловая экономичность котлоагрегата. Автоматизация управления котельной установкой.</p>	<p>Тепловой расчет котлоагрегата, КПД котлоагрегата. Конструктивные формы котлов: с естественной циркуляцией; с принудительной циркуляцией; прямоточные. Золоудаление и очистка дымовых газов. Конструктивный расчет парогенератора. Водный режим котлоагрегата. Тепловая экономичность котлоагрегата. Автоматизация управления котельной установкой.</p>	<p>1. Температура в топке, ее определение. Баланс тепла котлоагрегата, потери тепла в котле. Расчёт теплообмена в топке; излучение факела; формула Гурвича для определения поверхности <math>H_{\text{л}}</math>. КПД котлоагрегата.</p> <p>Конструктивные формы котлов с естественной циркуляцией: элементы котлоагрегата, работа циркуляционного контура, кратность циркуляции для котла, опрокидывание циркуляции. Тяга и дутье в современных парогенераторах. Сопротивления газового и воздушного трактов.</p> <p>2. Схемы котлов с принудительной циркуляцией, элементы котла – их назначение и размещение в схеме котла. Прямоточные котлоагрегаты. Назначение и работа различных поверхностей котлоагрегатов: испарителей, пароперегревателей, экономайзеров, воздухонагревателей.</p> <p>3. Последовательность конструктивного расчета парогенератора (топочных устройств и поверхностей газохода). Водный режим котлоагрегата. Природные примеси солей в воде. Поддержание качества питательной воды котлоагрегата: внутрикотловая продувка котла и другие способы. Факторы, влияющие на унос влаги.</p> <p>Тепловая экономичность котлоагрегата на переменных режимах. Схемы автоматического управления системами</p>	7

Наименование темы дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		котлоагрегата.	
<b>Итого</b>	–	–	32

#### 5.4. Лабораторные работы

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

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
<b>Раздел 8.</b> Топливо: виды, классификация, основные свойства, схема состава топлива и его теплотворная способность. Формула Д.И. Менделеева. Условное топливо. Горение топлива, организация процесса в топочных условиях. Топочные устройства котлоагрегатов.	1. Физико-технический анализ твердых топлив. 2. Определение плотности нефтепродуктов. 3. Определение вязкости нефтепродуктов. 4. Определение температуры вспышки нефтепродуктов.	8
<b>Итого</b>	–	8

#### 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> Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты.	Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты. Гидродина-	1. Расчет температурных напоров при различных схемах движения теплоносителей. 2. Расчет параметров, характеризующих тепловую эффективность аппаратов. 3. Последовательность тепловых расчетов теплообменных аппаратов.	5

Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Гидродинамический расчет.	мический расчет.	Конструкторский и поверочный расчеты. Гидродинамический расчет	
Раздел 3. Конденсационные установки паровых турбин. Конструкции конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Методики расчета.	Конденсационные установки паровых турбин. Конструкции конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Методики расчета.	1. Конструкторский расчет конденсационной установки паровой турбины по методике ВТИ. 2. Конструкторский расчет конденсационной установки паровой турбины по методике КТЗ. 3. Конструкторский расчет зоны воздухоохладителя конденсационной установки паровой турбины. 4. Конструкторский расчет конденсационной установки паровой турбины по методикам УГТУ и др.	6
Раздел 4. Теплообменные аппараты в системах РППВ ПТУ. Тепловой и гидродинамический расчет.	Теплообменные аппараты в системах РППВ ПТУ. Тепловой и гидродинамический расчет.	1. Конструкторский расчет подогревателя низкого давления поверхностного типа. 2. Конструкторский расчет подогревателя низкого давления смешивающего типа. 3. Конструкторский расчет деаэратора. 4. Конструкторский расчет подогревателя высокого давления.	4
Раздел 5. Маслоохладители. Типовые конструкции аппаратов, технические характеристики.	Маслоохладители. Типовые конструкции аппаратов, технические характеристики.	1. Конструкторский расчет водяного маслоохладителя. 2. Конструкторский расчет маслоохладителя с воздушным охлаждением. 3. Поверочный расчет водяного маслоохладителя	5
Раздел 6. Теплообменные аппараты газотурбинных установок, конструкции и расчет.	Теплообменные аппараты газотурбинных установок, конструкции и расчет.	1. Расчет рекуперативного подогревателя воздуха (регенератора) газотурбинной установки. 2. Расчет рекупера-	5



Наименование темы дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
		<p>тивного подогревателя воздуха (регенератора трубчатого типа) газотурбинной установки.</p> <p>3. Расчет регенератора пластинчатого типа газотурбинной установки.</p> <p>4. Расчет промежуточного газотурбинной установки.</p>	
<p>Раздел 9. Тепловой расчет котлоагрегата, КПД котлоагрегата. Конструктивные формы котлов: с естественной циркуляцией; с принудительной циркуляцией; прямоточные. Золоудаление и очистка дымовых газов. Конструктивный расчет парогенератора. Водный режим котлоагрегата. Тепловая экономичность котлоагрегата. Автоматизация управления котельной установкой.</p>	<p>Тепловой расчет котлоагрегата, КПД котлоагрегата. Конструктивные формы котлов: с естественной циркуляцией; с принудительной циркуляцией; прямоточные. Золоудаление и очистка дымовых газов. Конструктивный расчет парогенератора. Водный режим котлоагрегата. Тепловая экономичность котлоагрегата. Автоматизация управления котельной установкой.</p>	<p>1. Тепловой расчет котлоагрегата.</p> <p>2. Конструктивный расчет парогенератора.</p> <p>3. Расчет температуры горения и количества дымовых газов при сжигании топлива.</p> <p>4. Расчет баланса тепла котлоагрегата, потери тепла в котле КПД котлоагрегата.</p>	7
Итого	—		32

### 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
<p><b>Раздел 2.</b> Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты. Гидродинамический расчет.</p>	<p>1. Выполнение индивидуального задания.</p> <p>2. Подготовка к практическим занятиям.</p>
<p><b>Раздел 3.</b> Конденсационные установки паровых турбин. Конструкции конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Методики расчета.</p>	<p>1. Выполнение индивидуального задания.</p> <p>2. Подготовка к практическим занятиям.</p>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
<b>Раздел 4.</b> Теплообменные аппараты в системах РППВ ПТУ. Тепловой и гидродинамический расчет.	1. Выполнение индивидуального задания. 2. Подготовка к практическим занятиям.
<b>Раздел 5.</b> Маслоохладители. Типовые конструкции аппаратов, технические характеристики.	1. Выполнение индивидуального задания. 2. Подготовка к практическим занятиям.
<b>Раздел 6.</b> Теплообменные аппараты газотурбинных установок, конструкции и расчет.	1. Выполнение индивидуального задания. 2. Подготовка к практическим занятиям.
<b>Раздел 7.</b> Котельная установка и её место в схеме тепловой станции. Общая схема современной КУ.	1. Выполнение индивидуального задания. 2. Подготовка к практическим занятиям.
<b>Раздел 8.</b> Топливо: виды, классификация, основные свойства, схема состава топлива и его теплотворная способность. Формула Д.И. Менделеева. Условное топливо. Горение топлива, организация процесса в топочных условиях. Топочные устройства котлоагрегатов.	1. Выполнение индивидуального задания. 2. Подготовка к практическим занятиям.
<b>Раздел 9.</b> Тепловой расчет котлоагрегата, КПД котлоагрегата. Конструктивные формы котлов: с естественной циркуляцией; с принудительной циркуляцией; прямоточные. Золоудаление и очистка дымовых газов. Конструктивный расчет парогенератора. Водный режим котлоагрегата. Тепловая экономичность котлоагрегата. Автоматизация управления котельной установкой.	1. Подготовка к зачету/экзамену

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> Теплообменные аппараты, назначение и классификация. Теплообменные аппараты в составе ГТУ, ПТУ. Конструкция кожухотрубных аппаратов, основные элементы.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 2.</b> Основы процессов, происходящих в теплообменных аппаратах. Параметры, характеризующие тепловую эффективность аппаратов. Тепловые расчеты теплообменных аппаратов. Конструкторский и поверочный расчеты. Гидродинамический расчет.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 3.</b> Конденсационные установки паровых турбин. Конструкции конденсаторов. Тепловой расчет конденсатора. Методики расчета.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 4.</b> Теплообменные аппараты в системах РППВ ПТУ. Тепловой и гидродинамический расчет.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 5.</b> Маслоохладители. Типовые конструкции аппаратов, технические характеристики.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 6.</b> Теплообменные аппараты	Самостоятельное изучение вопросов темы.

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
газотурбинных установок, конструкции и расчет.	Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 7.</b> Котельная установка и её место в схеме тепловой станции. Общая схема современной КУ.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации
<b>Раздел 8.</b> Топливо: виды, классификация, основные свойства, схема состава топлива и его теплотворная способность. Формула Д.И. Менделеева. Условное топливо. Горение топлива, организация процесса в топочных условиях. Топочные устройства котлоагрегатов.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к лабораторной работе. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации.
<b>Раздел 9.</b> Тепловой расчет котлоагрегата, КПД котлоагрегата. Конструктивные формы котлов: с естественной циркуляцией; с принудительной циркуляцией; прямоточные. Золоудаление и очистка дымовых газов. Конструктивный расчет парогенератора. Водный режим котлоагрегата. Тепловая экономичность котлоагрегата. Автоматизация управления котельной установкой.	Самостоятельное изучение вопросов темы. Написание конспекта. Составление глоссария по теме. Проработка и повторение лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы Подготовка к групповой дискуссии Подготовка к практическому занятию. Подготовка к текущему контролю и промежуточной аттестации

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

Выполнение индивидуального задания осуществляется в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в соответствующем разделе электронного курса «Теплообменные аппараты и парогенераторы энергоустановок» 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, индивидуального задания / 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/ 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. Лекция-визуализация. Лекция-беседа. Лекция-дискуссия.
Практические занятия / Лабораторные работы	Групповые дискуссии. Решение практических задач. Тестирование. Деловая игра.

Вид учебной работы	Применяемые образовательные технологии
Самостоятельная работа обучающихся	Проработка лекционного материала. Изучение рекомендуемой литературы. Подготовка к дискуссии. Выполнение практического задания / лабораторной работы. Выполнение индивидуального задания. Подготовка докладов, рефератов Подготовка к лекциям. Подготовка к практическим занятиям. 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 /экзамен(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;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- методические указания для выполнения расчетно-графической работы;
- материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Теплообменные аппараты и парогенераторы энергоустановок» — автор Шкодин В.М., разработчик РПД для обучающихся по направлению подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, профиль «Паро- и газотурбинные установки и двигатели», 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. Теплотехника: учеб. для вузов / В.Н. Луканин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Луканина. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2009. – 621 с.
2. Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники: учеб. пособие / В.И. Ляшков. – 2-е изд., стер. – М.: Машиностроение-1, 2005. – 260 с.
3. Федоров В.А. Конденсаторы паротурбинных установок / В.А. Федоров, О.О. Мильман. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 560с.
4. Буглаев В.Т. Конденсаторы паротурбинных установок: учеб. пособие/В.Т. Буглаев, В.М. Шкодин. – 2-е изд., исправ. и доп. – Брянск: БГТУ, 2019. – 140 с.

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

#### *а) основная литература*

1. Теплотехника: учеб. для вузов / В.Н. Луканин [и др.]; под общ. ред. В.Н. Луканина. – 2-е изд. – М.: Высш. шк., 2009. – 621 с.
2. Ляшков, В.И. Теоретические основы теплотехники: учеб. пособие / В.И. Ляшков. – 2-е изд., стер. – М.: Машиностроение-1, 2005. – 260 с.
3. Федоров В.А. Конденсаторы паротурбинных установок / В.А. Федоров, О.О. Мильман. – М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – 560с.
4. Буглаев В.Т. Конденсаторы паротурбинных установок: учеб. пособие/В.Т. Буглаев, В.М. Шкодин. – 2-е изд., исправ. и доп. – Брянск: БГТУ, 2019. – 140 с.
5. Справочник по теплообменным аппаратам паротурбинных установок под общей редакцией проф. Ю. М. Бродова. Изд. УГТУ – УПИ. 2006 г.

#### *б) дополнительная литература*

1. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок: учеб. для вузов / В.Л. Иванов, А.И. Леонтьев, Э.А. Манушин, М.И. Осипов; под ред. А.И. Леонтьева. – 2-е изд., стер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 592 с.
2. Исаченко, В.П. Теплопередача: учеб. для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 415 с.
3. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 2-е изд., стер. – М.: Энергия, 1977. – 342 с.
4. Шкловер Г.Г., Мильман О.О. Исследование и расчет конденсационных устройств паровых турбин. М.: Энергоатомиздат, 1985. – 240 с.
5. Бродов Ю.М., Савельев Р.З. Конденсационные установки паровых турбин: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1994. – 288 с.

6. Буглаев, В.Т. Теплопередача: нестационарные процессы теплопроводности, конвективный теплообмен: лаб. практикум/ В.Т. Буглаев, В.М. Шкодин, М.А. Шилин. – Брянск: БГТУ, 2013. – 72 с.

Стационарные газотурбинные установки. Справочник / Л.В.Арсеньев, В.Г. Тырышкин, И.А. Богов и др. Под ред. Л.В.Арсеньева и В.Г. Тырышкина. Л.: Машиностроение, 1989. 543с

#### **в) справочная литература**

1. Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок: учеб. для вузов / В.Л. Иванов, А.И. Леонтьев, Э.А. Манушин, М.И. Осипов; под ред. А.И. Леонтьева. – 2-е изд., стер. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 592 с.

2. Исаченко, В.П. Теплопередача: учеб. для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоиздат, 1981. – 415 с.

3. Михеев, М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева. – 2-е изд., стер. – М.: Энергия, 1977. – 342 с.

4. Шкловер Г.Г., Мильман О.О. Исследование и расчет конденсационных устройств паровых турбин. М.: Энергоатомиздат, 1985. 240 с.

5. Бродов Ю.М., Савельев Р.З. Конденсационные установки паровых турбин: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1994. – 288 с.

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

*(В список включается список электронных каталогов, электронных библиотек (пп.1-3), а также перечень проблемно-ориентированных программных продуктов, используемых при проведении различных видов занятий (по видам), ссылки на ресурсы Internet). Например:*

- 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**

*В список включается перечень лицензионных баз данных, информационно-справочных и поисковых систем (по профилю образовательных программ (см реестр лицензионного программного обеспечения БГТУ). Например:*

- 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:

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

ческого 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 индивидуального задания.

Выполнение индивидуального задания 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 / 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

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, 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

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
	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
Выполнение индивидуального задания	При выполнении индивидуального задания, обучающемуся следует придерживаться методических указаний. Предусмотрен следующий алгоритм действий: выбор варианта РГР подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для написания теоретического раздела/решения практических задач, проведение расчетов по исходным данным и анализ полученных значений, формулирование выводов по полученным результатам. Выполненная работа передается преподавателю на проверку. При необходимости осуществляется доработка отдельных частей работы с учетом требований и замечаний преподавателя.
Подготовка к зачету / экзамену	При подготовке к зачету /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-4.1.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9). 3. Индивидуальное задание	Вопросы к зачету представлены в ФОС по дисциплине. Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-4.2.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9). 3. Индивидуальное задание	Вопросы к зачету представлены в ФОС по дисциплине. Вопросы к экзамену пред-

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
		ставлены в ФОС по дисциплине.
ПК-5.1.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9). 3. Индивидуальное задание	Вопросы к зачету представлены в ФОС по дисциплине. Вопросы к экзамену представлены в ФОС по дисциплине.
ПК-5.2.	1. Устные экспресс-опросы (темы 1-9). 2. Экспресс-тестирование (комплекты тестов по темам 1-9). 3. Индивидуальное задание	Вопросы к зачету представлены в ФОС по дисциплине. Вопросы к 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 ит.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 ит.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 выполнения индивидуального задания по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки выполнения индивидуального задания 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 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 / экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Высокий (зачте-	Обучающийся глубоко и прочно усвоил теоретический и практиче-



Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
но/«отлично»)	ский 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 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 / 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

Оценка	Характеристика результатов обучения
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 «Теплообменные аппараты и парогенераторы энергоустановок», 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 «Теплообменные аппараты и парогенераторы энергоустановок».

## 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 ит.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.