



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

**Факультет энергетики и электроники**

*(наименование факультета/института)*

**Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»**

*(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)*

**УТВЕРЖДАЮ**

**Первый проректор по учебной  
работе и цифровизация**

**В.А. Шкаберин**

**«25» апреля 2023 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**учебной дисциплины**

**«Котельные установки и парогенераторы»**

*(наименование дисциплины)*

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

**Промышленная теплоэнергетика**

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

**высшее образование – бакалавриат**

*(уровень образования)*

**бакалавр**

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

**очная**

*(форма обучения)*

**2023**

*(год набора)*

**Брянск 2023**

Рабочая программа учебной дисциплины  
«Котельные установки и парогенераторы»

(наименование дисциплины)

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(код и наименование специальности или направления подготовки)

Промышленная теплоэнергетика

(направленность (профиль)/специализация образовательной программы)

**Разработал:**

доцент, к.т.н., доцент

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.К.Анисин

(И.О. Фамилия)

(должность, ученая степень, ученое звание)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
«Промышленная теплоэнергетика»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

«14» марта 2023 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

д.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

А.А.Анисин

(И.О. Фамилия)

**Согласовано:**

Заведующий выпускающей кафедрой

«Промышленная теплоэнергетика»

(наименование выпускающей кафедры)

д.т.н., доцент

(ученая степень, ученое звание)

(подпись)

Анисин А.А.

(И.О. Фамилия)

© А.К. Анисин, 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 .....	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ .....	7
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	8
5.1. Структура дисциплины.....	8
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	8
5.3. Лекции .....	9
5.4. Лабораторные работы .....	15
5.5. Практические занятия .....	15
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	18
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	20
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	21
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	21
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	24
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	25
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	25
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	27
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	28
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	28
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	30
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	31
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	32

12.5. Характеристика результатов обучения .....	32
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	32
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	33

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Котельные установки и парогенераторы» (далее – дисциплина) ориентирована на формирование у обучающихся компетенций в рамках основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика».

### 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель** освоения дисциплины – формирование базового комплекса знаний в предметном поле инженерно-конструкторского сопровождения и технологического управления котельными установками производственно-отопительного назначения в процессе их эксплуатации.

**Задачи** дисциплины:

- изучение конструкции котельных агрегатов и установок и теоретических основ процесса генерации тепловой энергии;
- изучение и практическое закрепление практикуемых методов инженерно-конструкторских расчётов котельной установки с целью обеспечения требуемых характеристик по производительности, параметрам рабочих сред, надёжности и экономичности работы котла и вспомогательного оборудования;
- изучение основ технологии ведения заданного режима котельной установки.

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

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений и реализуется на 3 и 4 курсах в 6 и 7 семестрах.

Предварительно изучаются дисциплины: «Гидрогазодинамика», «Основы тепломассообмена», «Методы и средства измерения физических величин в энергетике», «Гидравлика трубопроводных систем», «Системы производства и распределения энергоносителей».

Параллельно изучаются дисциплины: «Источники и системы теплоснабжения», «Водоподготовка».

Базируются на изучении дисциплины: «Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Таблица 1 – Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		знать	уметь	владеть
ПК-1. Способен к	ПК-1.1. Использует в процессе	государствен-	формулиро-	навыками

<p>разработке компоновочных решений и выполнению специальных расчётов для проектирования объектов профессиональной деятельности</p>	<p>профессиональной деятельности комплекс знаний в области технологических процессов, требований нормативно-технической и нормативно-методической документации по проектированию объектов и инженерных сооружений, предназначенных для производства, распределения и потребления тепловой энергии и ресурсов.</p> <p>ПК-1.2. Разрабатывает концептуальные документы по выполнению проектного задания, производит инженерные расчёты (в том числе без использования прикладного программного обеспечения), формирует законченную отчётную документацию по проектным решениям.</p> <p>ПК-1.3. Осуществляет подготовку проектной документации на основе разработки комплекса технических и технологических решений по объектам и инженерным сооружениям предназначенных для производства, распределения и потребления энергии и ресурсов, обеспечивающих показатели заданной производительности и надёжности, установленные техническим заданием. Осуществляет авторское сопровождение разработок.</p>	<p>ные правила, процедуры и стандарты, связанные с проектированием и эксплуатацией котельных установок: методы расчёта и конструирования основных элементов и систем котельных установок и парогенераторов; методы расчета потребления топлива для производства тепловой энергии; методы оценки технико-экономических показателей котельных установок и парогенераторов; основы проектирования котельных установок при новом строительстве и реконструкции.</p>	<p>вать техническое задание для проведения проектных работ, связанных с разработкой новых, или реконструкции существующих котельных установок; проводить инженерные расчёты котельных установок с использованием нормативно-правовых и справочных источников информации</p>	<p>выполнения конструкторского и поверочного теплового, аэродинамического и гидравлического расчётов котельной установки</p>
<p>ПК-3. Способен к технологическому управлению (в том числе и оперативно-му управлению) объектами профессиональной деятельности.</p>	<p>ПК-3.1. Использует в процессе профессиональной деятельности комплекс знаний о технических средствах, регламентах и методах управления инженерными системами, предназначенными для производства, распределения и потребления тепловой энергии и ресурсов.</p> <p>ПК-3.2. Разрабатывает рекомендации по загрузке технологического оборудования и переключениях на сетях инженерных систем необходимых для ведения заданного режима работы; прогнозирует возможное развитие нештатных и аварийных ситуаций и последствия принимаемых при их ликвидации действий; организует ведение оперативно-технической документации.</p> <p>ПК-3.3. Осуществляет координацию согласованной работы подчинённых оперативных работников по ведению, контролю и корректировке заданного нормально-</p>	<p>технологии производства пара и горячей воды в отопительных и промышленных котельных, на промышленных ТЭЦ; тепловые схемы теплогенерирующих установок на всех видах топлива, методы их построения; происхождение, классификацию, состав и свойства топлива; теоретические основы процессов горения органических топлив</p>	<p>поддерживать оптимальный режим работы оборудования, обеспечивать безопасность работы обслуживающего персонала; оценить риски при использовании некачественного топлива и теплоносителя; разработать и оценить план мероприятий по снижению рисков</p>	<p>алгоритмами действий по координации работы подчинённого персонала по ведению, контролю и корректировке заданного нормального режима работы котельной установи и при ликвидации технологических нарушений или возникновения аварийных ситуаций</p>

	<p>го режима работы инженерных систем; руководство технологическими процессами при ликвидации технологических нарушений или возникновения аварийных ситуаций.</p>	<p>конструкции и принцип работы паровых и водогрейных котлов, их элементов, а также всех вспомогательных механизмов; основы внутри котловых процессов; основы управления процессами, обеспечивающими безаварийную и экономичную работу котельных установок; правила эксплуатации, методику наладки и ремонта паровых и водогрейных котлов.</p>	
--	---	--	--

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц (360 академических часов). Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы и семестрам представлено в таблице 2.

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

[illegible]

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	А	В	С
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		6,7											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
<b>Общая трудоемкость (10 з.е.)</b>	<b>360</b>	<b>360</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
Общие сведения о назначении и месте в функциональных схемах энергетических, производственных и технологических систем котельных установок,	12	2	–	–	10
Технологические схемы генерации тепловой энергии.	24	6	–	2	16
Устройство котельного агрегата.	44	2	–	–	42
Топочные процессы и устройства.	40	4	12	4	20
Теплообмен в элементах котла. Тепловой расчет котла.	42	4	–	6	32
Гидродинамика котельного агрегата.	42	6	–	8	28
Аэродинамика котельного агрегата.	36	4	–	4	28
Технологии ведения режимов работы котельной установки.	42	4	4	8	32
<b>Итого</b>	<b>288</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>208</b>

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

Распределение формируемых компетенций по разделам дисциплины представлено в таблице 4.



Таблица 4 – Формирование компетенций по разделам дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Код компетенции	
	ПК-1	ПК-3
Общие сведения о назначении и месте в функциональных схемах энергетических, производственных и технологических систем котельных установок,	+	
Технологические схемы генерации тепловой энергии.	+	+
Устройство котельного агрегата.	+	
Топочные процессы и устройства.	+	
Теплообмен в элементах котла. Тепловой расчет котла.	+	
Гидродинамика котельного агрегата.	+	
Аэродинамика котельного агрегата.	+	
Технологии ведения режимов работы котельной установки.		+

### 5.3. Лекции

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

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
Общие сведения о назначении и месте в функциональных схемах энергетических, производственных и технологических систем котельных установок.	1. Классификация и эволюция развития конструкции котельных агрегатов. Нормативно-правовая база проектирования и эксплуатации котельных установок.	1. Место и роль котельных установок в системах энергохозяйства промышленных предприятий. 2. Классификация котлов по функциональному назначению и конструктивному оформлению. 3. Энерготехнологические агрегаты при высокотемпературных и низкотемпературных технологических процессах, при комбинированной выработке технологической и энергетической продукции. 4. Обзор нормативной документации по проектированию и эксплуатации	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		котельных агрегатов и установок.	
Технологические схемы генерации тепловой энергии.	2. Теоретические основы и технологические схемы генерирования тепловой энергии в котельных установках.	1. Теплофизические основы генерации пара. 2. Типовые конструктивные и технологические схемы и основные элементы котельной установки. 3. Тепловые схемы барабанных и прямоточных паровых и водогрейных котельных агрегатов. 4. Краткая характеристика теплофизических процессов, реализуемых в отдельных элементах тепловой схемы котельного агрегата. 5. Структура и условия оптимизации тепловой схемы котлов с естественной циркуляцией и принудительным движением рабочего тела.	2
	3. Тепловой баланс и методы оценки эффективности котельной установки.	1. Физические особенности реакций окисления углеводородного топлива 2. Общее уравнение теплового баланса. 3. Понятие располагаемой и полезно затраченной теплоты. 4. Потери тепла и методы их количественной оценки. 5. Система КПД котельного агрегата. 6. Понятие и практическое приложение эксергетического баланса котельной установки.	2
	4. Физические основы и технологические схемы систем генерации пара на АЭС.	1. Основные схемы АЭС: конфигурации, технологические и теплофизические основы генерации пара. 2. Первичные теплоносители в двухконтурных схемах АЭС. 3. Сравнительный анализ	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		тепловых схем парогенераторов АЭС в зависимости от вида первичного теплоносителя.	
Устройство котельного агрегата.	5. Назначение, конструкция и компоновка функциональных элементов котельного агрегата.	1. Принцип компоновки поверхностей нагрева по ходу продуктов сгорания. 2. Парогенерирующие поверхности нагрева: обзор компоновочных решений в зависимости от технических характеристик и текущих условий работы котельного агрегата 3. Низкотемпературные поверхности нагрева: типы, конструкция, компоновка экономайзеров и воздухоподогревателей; технико-экономические пределы подогрева воздуха, воды и газа. 4. Строительные конструкции, трубопроводная арматура, обдувочные аппараты и тягодутьевые машины используемые при сооружении котельной установки: обзор.	2
Топочные процессы и устройства.	6. Основы теории топочных процессов.	1. Энергетическое углеводородное топливо. 2. Общие положения о процессе окисления углеводородных топлив. 3. Зональность процессов горения. 4. Аналитические основы расчёта топочного процесса. 5. Количественная оценка теплотворной способности топлива. 6. Количественная оценка характеристик сгорания топлива.	2
	7. Топочные камеры котельных агрегатов.	1. Классификация, характеристики и показатели топок для сжигания углеводородных топлив. 2. Особенности и принци-	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		пы организации сжигания газообразного топлива. 3. Особенности и принципы организации сжигания жидкого топлива.	
Теплообмен в элементах котла. Тепловой расчет котла.	8. Задачи и методика теплового расчёта котельного агрегата. Расчёт и оптимизация тепловых процессов в топке котла.	1. Задачи и последовательность теплового конструкторского и поверочного расчетов котельного агрегата. 2. Составление теплового баланса топки. 4. О связи тепловой работы топки с видом и характеристиками сжигаемого топлива. 5. Определение температуры газов в зоне горения топлива. 6. Расчёт геометрических параметров теплообменных поверхностей топки котла.	2
	9. Расчёт и оптимизация тепловых процессов в полурадиационных и конвективных поверхностях нагрева.	1. Механизм и особенности процессов лучистого теплообмена в полурадиационных и конвективных поверхностях нагрева. 2. Распределение тепловосприятий между поверхностями нагрева. 3. Выбор оптимальной скорости продуктов сгорания и оптимизация коэффициентов теплопередачи поверхностей в конвективных газоходах котла. 4. Методика расчета конвективных поверхностей нагрева.	2
Гидродинамика котельного агрегата.	10. Структура и расчётные характеристики двухфазных потоков. Распределение тепловых нагрузок по элементам циркуляционных контуров.	1. Основные уравнения гидродинамики и теплообмена водонапорного тракта. 2. Характеристика потоков рабочих тел, их режим и структура. 3. Классификация испа-	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		<p>рительных систем котлов.</p> <p>4. Структурные изменения пароводяного потока в парогенерирующих элементах. Кризисы теплообмена в парообразующих трубах.</p> <p>5. Температура стенки трубы и её зависимость от различных условий обогрева.</p>	
	11. Динамика гидравлических систем с естественной циркуляцией.	<p>1. Гидродинамика испарительных систем котлов с естественной циркуляцией.</p> <p>2. Методика расчета, гидравлические характеристики простого и сложного контуров циркуляции.</p> <p>3. Обеспечение надежности естественной циркуляции.</p>	2
	12. Динамика гидравлических систем с принудительным движением рабочей жидкости.	<p>1. Гидродинамика испарительных систем котлов с принудительной циркуляцией.</p> <p>2. Гидродинамическая устойчивость потока в трубах: понятие, классические подходы к обеспечению.</p> <p>3. Гидравлическая характеристика многотрубных систем.</p> <p>4. Тепловая и гидравлическая разверка.</p> <p>5. Методика гидравлического расчета котлов с естественной и принудительной циркуляцией: обзор.</p>	2
Аэродинамика котельного агрегата.	13. Аэродинамика газовоздушного тракта и аэродинамический расчёт котельной установки.	<p>1. Системы газовоздушного тракта котельной установки.</p> <p>2. Термохимические процессы в газовом тракте.</p> <p>3. Способы организации естественной и принудительной тяги в газовом тракте.</p>	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		4. Сопротивления при движении потоков воздуха и продуктов сгорания в элементах котла. 5. Цели, задачи и методика аэродинамического расчета котельной установки.	
	14. Аэродинамика топки котельного агрегата	1. Практикуемые подходы к организации аэродинамической структуры потока в топочной камере: конфигурация камеры, способы компоновки горелок, организация дутья. 2. Механизмы оптимального развития процессов смешивания топлива и окислителя и их влияние на теплообмен с испарительными и парогенерирующими поверхностями. 3. Анализ влияния отдельных конструктивных элементов топки на структуру потока топочных газов. 4. Рециркуляция дымовых газов: газовое регулирование температуры перегретого пара, выравнивание температуры дымовых газов, обеспечение процесса деградации окисления азота воздухом.	2
Технология ведения режимов работы котельной установки.	15. Режимы работы котельных агрегатов.	1. Стационарные режимы эксплуатации, статические характеристики котлов. 2. Нестационарные режимы работы в диапазоне допустимых нагрузок. динамические характеристики котлов. 3. Аккумулирующая способность котла. 4. Режимы останова и сброса нагрузки котла. 5. Режимы растопки котла	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		и пуска из различных тепловых состояний.	
	16. Управление котельной установкой на различных режимах её эксплуатации.	1. Допустимые скорости сброса и наброса давления в барабанном паровом котле. 2. Регулирование температуры пара. 3. Классификация методов регулирования температуры перегрева первичного и вторичного пара. 4. Организация управления котлами.	2
<b>Итого</b>	—	—	32

#### 5.4. Лабораторные работы

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

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование темы дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
Топочные процессы и устройства.	Определение плотности жидкого энергетического топлива.	2
	Определение вязкости жидкого энергетического топлива.	2
	Определение температуры вспышки и воспламенения жидкого энергетического топлива в открытом тигле.	2
	Определение температуры вспышки и воспламенения жидкого энергетического топлива в закрытом тигле.	2
	Определение качественных характеристик твёрдого энергетического топлива.	2
	Изучение режимов горения газообразного энергетического топлива.	2
Технология ведения режимов работы котельной установки.	Балансовые испытания котельного агрегата.	2
	Теплотехнические испытания экономайзера котельной установки.	2
<b>Итого</b>	—	16

#### 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 раздела дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
Технологические схемы генерации тепловой энергии.	1. Разработка тепловой схемы котельного агрегата.	1. Установление расположения поверхностей нагрева. 2. Оценка распределения тепловосприятия между поверхностями нагрева. 3. Назначение расчётных температур и оценка температурных диапазонов в пределах границ каждой из поверхностей нагрева.	2
Топочные процессы и устройства.	2. Расчёт процесса горения топлива.	Обзор практикуемых методик, решение типовых задач.	2
	3. Тепловой расчёт топочной камеры	Обзор метода решения типовой задачи связанной с определением объёма топки и расчётом теплообмена в топке.	2
Теплообмен в элементах котла. Тепловой расчет котла.	4. Расчёт тепловосприятия радиационных и конвективных поверхностей пароперегревателя. Разработка схемы включения пароперегревателей.	Обзор методов решения типовых задач с использованием нормативной документации.	2
	5. Конструктивный и тепловой расчёт низкотемпературных конвективных поверхностей нагрева парогенератора.	Обзор методов решения типовых задач с использованием нормативной документации.	2
	6. Конструктивный и тепловой расчет конвективных поверхностей нагрева водогрейных теплогенераторов.	Обзор методов решения типовых задач с использованием нормативной документации.	2
Гидродинамика котельного агрегата.	7. Составление циркуляционной схемы гидравлического контура котельного агрегата.	Обработка рабочих чертежей котельного агрегата с целью составления оригинальной расчётной схемы гидравлического контура.	2
	8. Расчёт гидравлических сопротивлений в циркуляционном контуре.	Обзор практикуемых методик, решение типовых задач с использованием	2



Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
		нормативной документации.	
	9. Расчёт тепловосприятости циркуляционном контуре и оценка его теплопроизводительности.	Обзор практикуемых методик, решение типовых задач.	2
	10. Расчет напора и кратности циркуляции.	Обзор практикуемых методик, решение типовых задач.	2
Аэродинамика котельного агрегата.	11. Составление расчётной схемы газовоздушного тракта котельной установки	1. Обработка рабочих чертежей котельной установки и компоновки оборудования в котельной с целью составления оригинальной расчётной схемы газовоздушного тракта. 2. Расчётная оценка сопротивления конструктивных элементов газового тракта движению дымовых газов. 3. Расчётная оценка сопротивления воздушного тракта. 4. Выбор тягодутьевых машин.	4
Технологии ведения режимов работы котельной установки.	12. Вариантное аналитическое исследование динамических характеристик котельного агрегата.	Вариантное исследование влияния на показатели инерционности модели барабанного парового котла по каналу «расход топлива – давление в барабане» особенностей конструктивного оформления агрегата или параметров генерируемого пара.	4
	13. Составление тепловых балансов котельного агрегата и их увязка по результатам процедуры испытаний.	Обзор практикуемых методик, решение типовых задач, анализ невязки расчётных параметров тепловых потоков с фактическими.	4
<b>Итого</b>			<b>32</b>

## 5.6. Самостоятельная работа обучающихся

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

Таблица 8 – Вопросы для самостоятельного изучения дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Общие сведения о назначении и месте в функциональных схемах энергетических, производственных и технологических систем котельных установок,	Краткая история развития и современное состояние котлостроения для нужд промышленной теплоэнергетики.
Технологические схемы генерации тепловой энергии.	1. Котельные установки с естественной циркуляцией. 2. Прямоточные парогенерирующие и водогрейные котельные установки. 3. Динамика изменения к.п.д. котельного агрегата при переменных нагрузках.
Устройство котельного агрегата.	1. Технологические операции и оборудование систем по подготовке к сжиганию газового и жидкого топлива. 2. Технологические операции систем по подготовке к сжиганию твердого топлива. 3. Технические системы топливоподачи и удаления твёрдых продуктов реакции окисления. 4. Физические процессы в конструкциях теплообменных элементов котельного агрегата: основные виды котлостроительных сталей, применяемых для изготовления поверхностей теплообмена котельных агрегатов; условия работы металлов поверхностей нагрева котлов; изменение свойств и структуры сталей в процессе работы при высоких температурах и давлении; эксплуатационный контроль над металлом. 5. Основы конструкторского прочностного расчёта узлов котельного агрегата: обзор расчетных методик на прочность элементов парового котла; определение максимального теплового потока, максимальной температуры стенки и её толщины.
Топочные процессы и устройства.	1. Регулирование процесса горения при сжигании жидкого, твердого и газообразного топлива. 2. Особенности и принципы организации сжигания жидкого и твёрдого топлив.
Теплообмен в элементах котла. Тепловой расчет котла.	1. Практикуемые и перспективные подходы к интенсификации радиационного и конвективного теплообмена в элементах котла. 2. Техничко-экономический выбор охлаждения газов в котле.
Гидродинамика котельного агрегата.	1. Гидродинамика водогрейных котлов, экономайзеров и пароперегревателей. 2. Причины и следствия возникновения пульсаций потока теплоносителя и мероприятия по их устранению.
Аэродинамика котельного агрегата.	1. Плотность топочной камеры и её обеспечение. 2. Регулирование расхода воздуха.

Наименование раздела дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
Технология ведения режимов работы котельной установки.	1. Впрыскивающие и поверхностные регуляторы перегрева: принцип работы, конструкции место установки. 2. Назначение и методика проведения балансовых испытаний паровых котлов. 3. Составление режимной карты котла на различных нагрузках. 4. Динамика изменения параметров и экономичности котла при изменении нагрузки.

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 раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы
Общие сведения о назначении и месте в функциональных схемах энергетических, производственных и технологических систем котельных установок,	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Технологические схемы генерации тепловой энергии.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, выполнение отдельных разделов расчётно-графической работы (РГР), подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Устройство котельного агрегата.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, выполнение отдельных разделов РГР, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Топочные процессы и устройства.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, выполнение отдельных разделов РГР, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Теплообмен в элементах котла. Тепловой расчет котла.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, выполнение отдельных разделов РГР, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.

Наименование раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы
Гидродинамика котельного агрегата.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, выполнение отдельных разделов РГР, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Аэродинамика котельного агрегата.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, выполнение отдельных разделов РГР, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Технологии ведения режимов работы котельной установки.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.

Учебным планом в рамках дисциплины предусмотрено выполнение расчетно-графических работ (РГР).

Выполнение РГР осуществляется в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в соответствующем разделе электронного курса «Котельные установки и парогенераторы» 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 и лабораторные занятия	Устный экспресс-опрос.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (устный опрос, собеседование по результатам выполненных расчетно-графических работ); - письменная (выполнение конспектов, выполнение расчетно-графических работ).	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме зачета и экзамена, проводимого в устной форме. 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: классические репродуктивные, классические активные и интерактивные, интерактивные дискуссионные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

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

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

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

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- методические указания для выполнения лабораторного практикума;
- 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 – «Котельные установки и парогенераторы – автор Анисин А.К. для обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся 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. Котельные установки и парогенераторы. Лабораторный практикум: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы» для обучающихся по очной форме обучения по направлениям подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2021. – 38 с.

2. Анисин А.А., Анисин А.К. Котельные установки и парогенераторы. Тепловой и аэродинамический расчёт котельной установки, и выбор тягодутьевых машин: методические указания к выполнению расчётно-графической работы для обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2021. – 25 с.

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

#### *а) основная литература:*

1. Сидельковский Л.Н. Котельные установки промышленных предприятий. Учебник для вузов/ Л.Н. Сидельковский, В.Н. Юренев (стереотипно с 1988. – М.: Изд-во ООО “БАСТЕТ”, 2009. (45 экз.)

2. Ковалев А.П., Лелеев И.С., Виленский Т.В. Парогенераторы. – М.: Энергоатомиздат, 1985. (17 экз.)

3. Резников М.И., Липов Ю.М. Котельные установки электростанций. – М.: Энергоатомиздат, 2007. (1 экз.)

4. Фокин В.М. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения. – М.: “Издательство Машиностроение-1”, 2006. – 240 с., ил. (1 экз.)

5. Лебедев В.М. Котельные установки и парогенераторы [Электронный ресурс]: учеб. – Электрон. дан. – Москва: УМЦ ЖДТ, 2013. – 376 с. (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60010>.)

#### *б) дополнительная литература:*

1. Залкинд Е. М., Козлов Ю. В. Проектирование ограждений паровых котлов. – М.: Энергия, 1980. – 288 с., ил. (1 экз.)

2. Лебедев И. К. Гидродинамика паровых котлов: Учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 240 с., ил. (1 экз.)

3. Зыков А. К Паровые и водогрейные котлы: Справочное пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – (Б-ка тепло монтажника). 128 с.; ил. (1 экз.)

4. Назмеев Ю.Г. Мазутные хозяйства ТЭС. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. (1 экз.)

5. Назмеев Ю.Г. Системы золошлакоудаления ТЭС. – М.: Издательство МЭИ, 2002. (1 экз.)

6. Трёмбовля В. И. и др. Теплотехнические испытания котельных установок. – М., “Энергия”, 1991. – 296 с., ил. (39 экз.)

7. Минкина С.А. Тепловой и аэродинамический расчеты котельных агрегатов [Электронный ресурс]: учебн. Пособие. – Электрон. текстовые данные. – Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. –104 с. (Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20485.html>.)

8. Жихар, Г.И. Котельные установки тепловых электростанций [Электронный ресурс] : учеб. пособие. – Электрон. дан. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. –523 с. (Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/75127>.)

*в) справочная литература:*

1. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. – М.: Энергоатомиздат, 2002.

2. Аэродинамический расчет котельных установок. Нормативный метод. – М.: Энергоатомиздат, 2002.

3. РД 10-249-98. Нормы расчёта на прочность стационарных котлов и трубопроводов пара и горячей воды. Москва, 1999.

4. Газовые топлива и их компоненты. Свойства, получение, применение, экология: справочник. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009.

5. Тягодутьевые машины. Отраслевой каталог. М. НИИЭИНФОРМ-ЭНЕРГОМАШ, 1984. 283 с.

6. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. 9-е изд., перераб. и доп./ под ред. И.Н. Жестковой. М.: машиностроение, 2006.

**8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины:**

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

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

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

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных и практических занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом мебели и доской, мелом, персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, проекционным экраном;
- специализированная аудитория, оснащённая лабораторным оборудованием необходимым для выполнения лабораторного практикума;
- аудитория, предназначенная для самостоятельной работы обучающихся, выполнения задач курсового проектирования, 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, прочитать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

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

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- наличие альтернативной версии официального сайта организации в сети «Интернет» для слабовидящих;
- размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме (с учетом их особых потребностей) справочной информации о расписании учебных занятий (информация должна быть выполнена крупным рельефно-контрастным шрифтом (на белом или желтом фоне) и продублирована шрифтом Брайля);
- присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;
- обеспечение выпуска альтернативных форматов печатных материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);
- обеспечение доступа обучающегося, являющегося слепым и использующего собаку-проводника, к зданию организации;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтит-



ров (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, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа обучающихся.

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

1. *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.

2. *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.

**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 или непосредственно на практическом занятии.

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 структу-

ру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;

- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

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

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

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

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

Порядок подготовки лабораторного занятия:

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

Формы проведения лабораторных занятий:

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

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их вы-

полнению:

- 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; текущий самоконтроль, выполнение расчетно-графической работы.

Выполнение РГР 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 или к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, консультации преподавателя и др.

## 11.2. Методические материалы для обучающихся

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

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

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; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
	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. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Лабораторные занятия	Подготовка к эксперименту (ознакомление с целью и задачами, ходом лабораторной работы, работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, подготовка таблиц для фиксирования хода и результатов опытно-экспериментальной работы и др.). Проведение измерений (вводный и текущий инструктаж, проведение опытов и экспериментов). Обработка полученных результатов; формулировка выводов и написание отчета. Защита отчета по лабораторной работе.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др.
Выполнение расчетно-графической работы	При выполнении расчетно-графической работы, обучающемуся следует придерживаться методических указаний. Предусмотрен следующий алгоритм действий: выбор варианта РГР, подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для проведения расчетов по исходным данным и анализе 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 или экзамену	При подготовке к зачету или экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.

## 12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

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

Таблица 13 – Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины

<b>Код индикатора достижения компетенции</b>	<b>Оценочные средства текущего контроля успеваемости</b>	<b>Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся</b>
ПК-1.1	Вопросы для устного экспресс-опроса перед лабораторными и практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторного практикума и отдельных разделов расчётно-графических работ. Вопросы к собеседованию по результатам выполненных лабораторного практикума и расчётно-графических работ.	Контрольные вопросы к зачёту и экзамену, экзаменационные задачи.
ПК-1.2	Вопросы для устного экспресс-опроса перед лабораторными и практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторного практикума и отдельных разделов расчётно-графических работ. Вопросы к собеседованию по результатам выполненных лабораторного практикума и расчётно-графических работ.	Контрольные вопросы к зачёту и экзамену, экзаменационные задачи.
ПК-1.3	Вопросы для устного экспресс-опроса перед лабораторными и практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторного практикума и отдельных разделов расчётно-графических работ. Вопросы к собеседованию по результатам выполненных лабораторного практикума и расчётно-графических работ.	Контрольные вопросы к зачёту и экзамену, экзаменационные задачи.
ПК-3.1	Вопросы для устного экспресс-опроса перед лабораторными и практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторного практикума. Вопросы к собеседованию по результатам выполненного лабораторного практикума.	Контрольные вопросы к зачёту и экзамену, экзаменационные задачи.
ПК-3.2	Вопросы для устного экспресс-опроса перед лабораторными и практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторного практикума. Вопросы к собеседованию по результатам выполненного лабораторного практикума.	Контрольные вопросы к зачёту и экзамену, экзаменационные задачи.
ПК-3.3	Вопросы для устного экспресс-опроса перед лабораторными и практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторного практикума. Вопросы к собеседованию по результатам выполненного лабораторного практикума.	Контрольные вопросы к зачёту и экзамену, экзаменационные задачи.

## 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, выполнил практические и лабораторные 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, выполнил практические и лабораторные 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, выполнил практические и лабораторные 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, не выполнил все или выполнил часть практические и лабораторные работы, 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 РГР по дисциплине представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине

Оценка	Оцениваемые параметры
«отлично»	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»	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»	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

Оценка	Оцениваемые параметры
	задания, но допускает неточности в формулировке собственных выводов и анализе основных показателей. В неполном объеме представлен графический материал.
«неудовлетворительно»	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 или экзамена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

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

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	ёзные 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 или экзамена) и оценок, полученных обучающимся в ходе текущего контроля успеваемости в семестре.

#### 12.5. Характеристика результатов обучения

Характеристики результатов обучения по дисциплине в зависимости от полученной обучающимся оценки приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

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

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

Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся представлены в электронном курсе «Котельные установки и парогенераторы», размещенном в системе электронной поддержки учебных курсов на базе программного обеспечения Moodle со встроенной подсистемой тестирования (edu.tu-bryansk.ru), входящей в состав электронной информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu->



bryansk.ru) и «Фонд оценочных средств по дисциплине «Котельные установки и парогенераторы».

### 13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА

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

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

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

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

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