



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

Факультет энергетики и электроники

(наименование факультета/института)

Кафедра «Промышленная теплоэнергетика»

(наименование кафедры, ответственной за реализацию дисциплины)

УТВЕРЖДАЮ

**Первый проректор по учебной
работе и цифровизации**

В.А. Шкаберин

«25» апреля 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

«Нагнетатели и тепловые двигатели»

(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
«Нагнетатели и тепловые двигатели»

(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)

А.А. Анисин

(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	6
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.....	9
5.3. Лекции	9
5.4. Лабораторные работы	17
5.5. Практические занятия	18
5.6. Самостоятельная работа обучающихся	19
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	23
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	24
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	24
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	25
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	27
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	27
11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	29
11.1. Методические материалы для педагогических работников	29
11.2. Методические материалы для обучающихся	31
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	32
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины	32
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости	33
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся	34
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	37

12.5. Характеристика результатов обучения	37
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	38
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	38

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Нагнетатели и тепловые двигатели» (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 представлений о теоретических и технических основах работы нагнетателей различного типа и тепловых двигателей, используемых в функциональных схемах систем энергоснабжения промышленных предприятий; о характерных режимах и технико-экономических показателях их работы.

Задачи дисциплины:

- изучение основных термодинамических и газодинамических принципов работы насосов, компрессоров, вентиляторов, паровых и газовых турбин и установок, двигателей внутреннего и внешнего сгорания;
- изучение методов корректировки рабочих характеристик нагнетателей при работе в составе тепловых технических систем с позиций повышения эффективности эксплуатации основного оборудования и энергосбережения;
- изучение типовых алгоритмов технологического управления нагнетателями и тепловыми двигателями в условиях переменных режимов загрузки;
- приобретение определённого опыта в области оценки фактических эксплуатационных возможностей и технического состояния тепловых двигателей и нагнетателей.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС

Дисциплина входит в часть учебного плана, формируемую участниками образовательных отношений и реализуется на 3 курсе в 5 семестре.

Предварительно изучаются дисциплины: «Гидрогазодинамика», «Физика».

Параллельно изучаются дисциплины: «Техническая термодинамика», «Гидравлика трубопроводных систем», «Системы производства и распределения энергоносителей».

Базируются на изучении дисциплины: «Котельные установки и парогенераторы», «Источники и системы теплоснабжения», «Эксплуатация и ремонт теплоэнергетического оборудования», «Режимы работы теплоэнергетических установок и систем».

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 разработке компоновочных решений и выполнению специальных расчётов для проектирования объектов профессиональной деятельности	<p>ПК-1.1. Использует в процессе 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>	Назначение и приоритетные области использования нагнетателей и тепловых двигателей (далее – энергетических машин) в теплотехнических и теплоэнергетических системах промышленного назначения; устройство, теоретические основы работы энергетических машин; методологию конструкторских и эксплуатационных инженерных расчётов связанных с конструированием и эксплуатацией энергетических машин.	Выполнять комплекс простейших конструкторских и эксплуатационных работ с целью подбора и адаптации энергетических машин к работе в составе теплотехнических и теплоэнергетических систем оригинальной конфигурации с использованием справочных информационных источников. Формулировать рекомендации по результатам выполненных работ.	Практическим опытом подбора и корректировки характеристик энергетических машин при комплектации вспомогательным оборудованием теплоэнергетических и теплотехнических систем. Осуществлять авторское сопровождение разработок.
ПК-3. Способен к технологическому управлению (в том числе и оперативному управлению) объектами профессиональной деятельности.	<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 опе-</p>	Условия и методы обеспечения совместной работы энергетических машин и нагрузки (сети) в условиях переменных режимов работы последней. Алгоритмы технологического управления энергетическими машинами и оценки их показателей эффективности в процессе эксплуатации.	Формулировать рекомендации по загрузке энергетических машин в условиях изменения режимов работы теплоэнергетических и теплотехнических систем; определять фактические эксплуатационные показатели эффективности работы энергетических машин по их выходным параметрам с целью оценки технического состояния и текущих эксплуатационных возможностей.	Практическим опытом организации испытаний и прогнозирования технического состояния и эксплуатационных возможностей энергетических машин; опытом управления энергетическими машинами в условиях возникновения аварийных ситуаций.

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

[illegible]

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Структура дисциплины

Структура дисциплины представлена в виде тематического плана в таблице 3.

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

Наименование раздела дисциплины	Трудоемкость, час.				
	Всего	Лекции	Лабораторные работы	Практические занятия	Самостоятельная работа
1. Общие сведения, принцип действия и теоретические основы процессов сжатия и расширения в нагнетательных и расширительных машинах.	6	2			4
2. Радиальные нагнетатели: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	10	2		4	4
3. Центробежные насосы и вентиляторы.	17	4	4	5	4
4. Осевые насосы и вентиляторы: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	6	2			4
5. Динамические компрессорные машины: конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	7	2			5
6. Объёмных компрессорные машины и насосы.	11	4	2	1	4
7. Управление работой нагнетателей.	10	4	2	2	2
8. Паровые и газовые турбомашины: теоретические основы работы турбинной ступени, конструкции, режимы работы.	20	8	4	4	4
9. Двигатели внутреннего сгорания: устройство, характеристики, методы управления.	12	4	4		4
Итого	99	32	16	16	35

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 дисциплины	Код компетенции	
	ПК - 1	ПК - 3
1. Общие сведения, принцип действия и теоретические основы процессов сжатия и расширения в нагнетательных и расширительных машинах.	+	
2. Радиальные нагнетатели: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	+	
3. Центробежные насосы и вентиляторы.	+	
4. Осевые насосы и вентиляторы: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	+	
5. Динамические компрессорные машины: конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	+	
6. Объёмных компрессорные машины и насосы.	+	
7. Управление работой нагнетателей.		+
8. Паровые и газовые турбомашин: теоретические основы работы турбинной ступени, конструкции, режимы работы.	+	+
9. Двигатели внутреннего сгорания: устройство, характеристики, методы управления.	+	+

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.
1. Общие сведения, принцип действия и теоретические основы процессов сжатия и расширения в нагнетательных и расширительных машинах.	1. Общие сведения о принципе работы нагнетательных и расширительных энергетических машин и их месте в функциональных схемах теплоэнергетических систем.	1. Классификация нагнетателей и тепловых двигателей. 2. Области применения отдельных видов машин в теплоэнергетических системах.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		<p>3. Основные параметры, характеризующие нагнетательные и расширительные машины.</p> <p>4. Уравнение сохранения энергии для потока массы при сжатии и расширении. Идеальные и реальные процессы.</p> <p>5. Общая классификация основных потерь.</p> <p>6. Интерпретация процессов в диаграммах состояния.</p> <p>7. Эксергетические характеристики нагнетателей и расширителей.</p> <p>8. Определение работы и мощности машины, понятие о КПД нагнетательной и расширительной машины.</p>	
<p>2. Радиальные нагнетатели: теоретические основы формирования проточной части, характеристики.</p>	<p>2. Теоретические основы рабочих процессов в радиальных нагнетателях.</p>	<p>1. Назначение и конструкция направляющих устройств, спирального кожуха, входного и выходного каналов. Требования, предъявляемые к ним.</p> <p>2. Течение жидкости в колесе радиального нагнетателя: кинематика частицы жидкости в колесе радиального нагнетателя, переносная, относительная и абсолютная скорости, зависимость параметров треугольника (параллелограмма) скоростей от формы лопатки.</p> <p>3. Уравнение Эйлера для лопастного колеса нагнетателя.</p> <p>4. Анализ уравнения Эйлера.</p> <p>5. Теоретическая характеристика нагнетателя. Связь между развиваемым давлением и производительностью.</p>	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		<p>6. Факторы, определяющие отличие действительной характеристики от теоретической.</p> <p>7. Условия подбора и пересчет характеристик при изменении частоты вращения рабочего колеса, плотности перемещаемой среды и размеров рабочего колеса.</p> <p>8. Удельное число оборотов и быстроходность нагнетателей.</p>	
3. Центробежные насосы и вентиляторы.	3. Конструкции и эксплуатационные свойства центробежных насосов.	<p>1. Формы рабочих колес насосов различной быстроходности.</p> <p>2. Коэффициенты полезного действия центробежных насосов.</p> <p>3. Упрощенный способ расчета рабочего колеса насоса малой быстроходности.</p> <p>4. Причины возникновения кавитации в насосах. Определение допустимой высоты всасывания.</p> <p>5. Типы характеристик центробежных насосов.</p> <p>6. Основные части конструкций центробежных насосов. Применяемые материалы. Конструкции центробежных насосов.</p> <p>7. Влияние температуры жидкости на конструкцию центробежных насосов.</p> <p>8. Особые конструкции агрегатов с центробежными насосами.</p>	2
	4. Конструкции и эксплуатационные свойства центробежных вентиляторов.	<p>1. Конструкция и конструктивные исполнения вентиляторов (компоновочные схемы соединения с приводом).</p> <p>2. Привод вентиляторов.</p> <p>3. Вращение колеса и типоразмер вентилятора. По-</p>	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		ложение кожуха вентиляторов. 4. Область применения общетехнических вентиляторов. 5. Балансировка рабочих колес и шкивов.	
4. Осевые насосы и вентиляторы: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	5. Теоретические основы рабочих процессов в осевых нагнетателях.	1. Конструктивные особенности осевых вентиляторов. Их классификация, компоновка, соединение с приводом 2. Кинематика частицы жидкости в колесе осевого нагнетателя. 3. Понятие о циркуляции потока по профилю. Теорема Н.Е. Жуковского о подъемной силе элемента лопасти. 4. Связь физических процессов при обтекании лопастей вентилятора и профиля Жуковского. Решетка профилей. 5. Аэродинамические коэффициенты лопастей вентилятора. 6. Профилирование рабочих колес осевых вентиляторов. 7. Влияние ступицы и корпуса на работу нагнетателя. 8. Характеристики осевых нагнетателей. 9. Методика расчёта осевых насосов и вентиляторов.	2
5. Динамические компрессорные машины.	6. Центробежные и осевые компрессоры.	1. Конструкция и работа ступени центробежного компрессора. 2. Термодинамика компрессорного процесса. 3. Уравнения энергии компрессорных процессов. 4. Приближённый расчёт ступени и безлопаточного диффузора.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		5. Оценка КПД компрессоров. 6. Характеристики компрессоров и их перерасчет при изменении частоты вращения или физических свойств газа.	
6. Объёмных компрессорные машины и насосы.	7. Объёмные компрессорные машины.	1. Теоретический и действительный рабочие процессы в одноступенчатом поршневом компрессоре. 2. Оценка производительности одноступенчатого компрессора при действительном процессе. 3. Характеристики одноступенчатого компрессора. 4. Основные уравнения, используемые для описания рабочих процессов ступени компрессора. 5. Математическая модель ступени и параметрический анализ рабочего процесса в ступени. 6. Теория многоступенчатого сжатия в поршневых компрессорах и выбор числа ступеней. 7. Оптимизация распределения давления газа по ступеням сжатия. 8. Построение характеристики многоступенчатого компрессора.	2
	8. Объёмные насосы	1. Виды объёмных насосов. 2. Принцип действия и классификация поршневых насосов. 3. Подача поршневых насосов. 4. Закономерности движения поршня насоса с кривошипным приводом. 5. Степень неравномерности работы поршневого насоса.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		6. Нормализация работы поршневого насоса. 7. Расчёт воздушных колпаков. 8. Построение графика подачи. 9. Динамика изменения давления в цилиндре насоса в периоды нагнетания и всасывания. 10. Определение высоты всасывания насоса. 11. Определение предельной частоты вращения кривошипного вала.	
7. Управление работой нагнетателей.	9. Совместная работа нагнетателя и сети.	1. Характеристика сети. Сложение характеристик сетей. 2. Способ наложения характеристики нагнетателя и сети для получения параметров совместной работы. 3. Технические и экономические требования, предъявляемые к нагнетателям при выборе. 4. Выбор требуемого типа и серии нагнетателей. 5. Корректировка характеристики нагнетателя и характеристики сети. 6. Использование способа наложения характеристик для анализа работы нагнетателя в сети при изменении параметров системы. 7. Понятие об устойчивости системы. Неустойчивая работа нагнетателей. Помпаж. Способы предупреждения неустойчивой работы нагнетателей. 8. Способы воздействия на сеть, способы воздействия на нагнетатели, их технико-экономическое сравнение: изменения числа оборотов, применение направляющих аппаратов	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		и винтов регулируемого шага. Способы реализации этих методов.	
	10. Совместная работа нагнетателей.	1. Необходимость совместной работы нагнетателей. 2. Параллельное и последовательное включение одинаковых и различных нагнетателей. 3. Построение суммарной характеристики при совместной работе нагнетателей. 4. Анализ совместной работы нагнетателей на сеть. 5. Выбор рациональной схемы соединения нагнетателей на совместную работу.	2
8. Паровые и газовые турбомашины: теоретические основы работы турбинной ступени, конструкции, режимы работы.	11. Теоретические основы работы турбинной ступени.	1. Схема устройства и принцип работы турбинной ступени. 2. Условия преобразования энергии рабочего тела в механическую работу. 3. Понятие активной и реактивной турбинных ступеней. 4. Сопловая и рабочая решётка. Особенности работы сопла с косым срезом. 5. Характер изменения параметров рабочего тела в проточной турбинной ступени. 6. Определение окружного и осевого усилий в турбинной ступени. 7. Внутренние и внешние потери в проточной части турбинной ступени, их физическое толкование, вычисление и отображение на тепловой диаграмме $T - S$. 8. Баланс энергии и структура КПД турбинной ступени. Зависимость КПД	4

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		<p>ступени от отношения окружной скорости лопатки к скорости истечения рабочего тела из сопла.</p> <p>9. Парциальный подвод рабочего тела, степень парциальности.</p> <p>10. Основы теплового расчёта турбинной ступени.</p>	
	12. Многоступенчатые паровые и газовые турбины	<p>1. Достоинства и конструктивные особенности многоступенчатых активных и реактивных паровых и газовых турбин. 2. Изображение рабочего процесса в многоступенчатой турбине в тепловой диаграмме.</p> <p>3. Понятие о “возврате тепла”. Влияние коэффициента возврата тепла на КПД многоступенчатой турбины.</p> <p>4. Основы предварительного теплового расчёта многоступенчатых турбин.</p>	2
	13. Режимы работы турбомашин.	<p>1. Переменный режим работы сопловой решётки.</p> <p>2. Работа проточной части турбины при расходах и параметрах рабочего тела, отличных от номинальных.</p> <p>3. Зависимость расходов пара от мощности турбины. Связь расходов рабочего тела с давлением по отсекам турбины. Парораспределение.</p> <p>4. Регулируемые и нерегулируемые отборы пара, пределы и методы регулирования.</p> <p>5. Переменный режим работы теплофикационных паровых турбин. Диаграмма переменных режимов теплофикационной</p>	2

Наименование раздела дисциплины	Тема лекции	Содержание лекции	Трудоемкость, час.
		турбины с одним регулируемым отбором и конденсацией пара. 6. Масляная система и авторегулирование паровых турбин. 7. Схемы и системы авторегулирования паровых конденсационных и теплофикационных турбин.	
9. Двигатели внутреннего сгорания: устройство, характеристики, методы управления.	14. Устройство основы расчёта двигателей внутреннего сгорания.	1. Общие принципы в устройстве двигателей внутреннего сгорания. 2. Методика проведения теплового расчёта рабочего процесса и определение основных размеров двигателя.	2
	15. Характеристики двигателей внутреннего сгорания и управление режимами работы.	1. Режимы работы двигателей. 2. Скоростные характеристики. 3. Характеристики двигателей при различных способах регулирования. 4. Нагрузочные и другие характеристики.	2
Итого	—	—	32

5.4. Лабораторные работы

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

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы	Трудоемкость, час.
3. Центробежные насосы и вентиляторы.	Изучение конструкции и определение марки центробежного насоса по базовым размерам рабочего колеса.	2
3. Центробежные насосы и вентиляторы.	Экспериментальное определение характеристик центробежного насоса.	2
7. Управление работой нагнетателей.	Экспериментальное исследование кавитационного режима работы центробежного насоса.	2
6. Объёмных компрессорные машины и насосы.	Экспериментальное определение характеристик поршневого компрессора.	2
8. Паровые и газовые турбомашин: теоретические основы работы турбинной ступени, конструкции, режимы работы.	Изучение конструкции турбомашин. Экспериментальное определение зависимости относительного внутреннего КПД турбинной ступени от режима работы (исследовательская часть).	2
	Экспериментальное определение зависимости относительного внутреннего КПД турбинной ступени от режима работы (расчётно-аналитическая часть).	2
9. Двигатели внутреннего сгорания: устройство, характеристики, методы управления.	Изучение конструкций поршневых двигателей внутреннего сгорания.	2
	Экспериментальное исследование режимов работы двигателей внутреннего сгорания.	2
Итого	—	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.
2. Радиальные нагнетатели: теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	1. Расчётно-практическое изучение кинематики потока в рабочем колесе центробежного насоса.	Решение задач по тематике практического занятия.	2

Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Содержание практического занятия	Трудоемкость, час.
2. Радиальные нагнетатели: теоретические основы формирования прочной части, характеристики. 3. Центробежные насосы и вентиляторы.	2. Расчёт основных геометрических параметров рабочего колеса центробежного насоса.	Решение задач по тематике практического занятия.	2
2. Радиальные нагнетатели: теоретические основы формирования прочной части, характеристики. 3. Центробежные насосы и вентиляторы.	3. Гидравлический расчёт спирального отвода центробежного насоса.	Решение задач по тематике практического занятия.	2
2. Радиальные нагнетатели: теоретические основы формирования прочной части, характеристики. 3. Центробежные насосы и вентиляторы.	4. Расчётное определение характеристик центробежного насоса при различных режимах его работы. Расчёт индивидуальных характеристик нагнетателей.	Решение задач по тематике практического занятия.	2
3. Центробежные насосы и вентиляторы. 6. Объёмных компрессорные машины и насосы.	5. Расчёт всасывающих линий динамических и объёмных нагнетателей.	Решение задач по тематике практического занятия.	2
7. Управление работой нагнетателей.	6. Расчётный анализ совместной работы насосов и вентиляторов.	Решение задач по тематике практического занятия.	2
8. Паровые и газовые турбомашины: теоретические основы работы турбинной ступени, конструкции, режимы работы.	7. Расчёт турбинной ступени.	Решение задач по тематике практического занятия.	4
Итого	—	—	16

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
1. Общие сведения, принцип действия и теоретические основы процессов сжатия и расширения в нагнетательных и расширительных машинах.	1. Термодинамические процессы сжатия и расширения газов. 2. Анализ влияния начальных условий и рода газа на работу сжатия и расширения.
2. Радиальные нагнетатели: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	1. Профилирование входной части лопаток, безударный вход. Режим безударного входа и его обеспечение. 2. Понятие коэффициентов закрутки и давления. Факторы, влияющие на коэффициент давления. Форма лопатки на выходе из колеса радиального нагнетателя, влияние её на параметры работы нагнетателя. 3. Виды характеристик: полная, неполная, универсальная. Способы их построения. 4. Способы измерения давления в сетях. 5. Характеристика нагнетателей в квадрантах.
3. Центробежные насосы и вентиляторы.	1. Насосное оборудование тепловых электрических станций и тепловых сетей. 2. Насосное оборудование атомных электрических станций. 3. Выбор насосов по заданным рабочим параметрам. 4. Приводные двигатели. 5. Осевое давление в радиальных нагнетателях. Мероприятия по его снижению.
4. Осевые насосы и вентиляторы: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	1. Конструкция и конструктивные исполнения вентиляторов (компоновочные схемы соединения с приводом). Привод вентиляторов. 2. Вращение колеса и типоразмер вентилятора. 3. Положение кожуха вентиляторов. Виброизоляторы и гибкие вставки. Исполнение вентиляторов по условиям перемещаемой среды и по условиям места установки. Специальные вентиляторы. Вентиляторы в коррозионно-устойчивом и искробезопасном исполнении, их область применения и особенности конструкции. Особенности конструкции и область применения пылевых и крышных вентиляторов. Область применения общетехнических вентиляторов. 4. Балансировка рабочих колес и шкивов. 5. Акустические характеристики нагнетателей. Основной источник шума в радиальных вентиляторах. Методы борьбы с шумом. Мероприятия по виброизоляции вентиляторов. Осевое давление в радиальных нагнетателях. Мероприятия по его снижению.
5. Динамические компрессорные машины: конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	1. Особенности конструкций и работа ступени осевого компрессора. 2. Понятие ступенчатого сжатия и определение количества ступеней. 3. Методика расчёта основных параметров ступени. Конструктивные формы осевых компрессоров.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
6. Объёмных компрессорные машины и насосы.	<p>4. Определение мощности компрессора.</p> <p>1. Схемы, динамика и особенности конструкции узлов поршневого компрессора.</p> <p>2. Общие вопросы расчёта и конструирования основных деталей поршневых компрессоров.</p> <p>3. Органы газораспределения.</p> <p>4. Коммуникации поршневой компрессорной установки.</p> <p>5. Очистка и осушка сжатого газа.</p> <p>6. Система смазки.</p> <p>7. Способы изменения производительности поршневого компрессора.</p> <p>8. Конструкции поршневых компрессорных установок</p> <p>9. Конструктивное оформление, рабочие характеристики и регулирование подачи роторных насосов.</p>
7. Управление работой нагнетателей.	<p>1. Учет особенностей технологического процесса и требований пожаро-взрывоопасности при выборе нагнетателей.</p> <p>2. Понятие пусковой мощности электропривода.</p> <p>3. Правила пуска осевых, центробежных нагнетателей и компрессоров. Способы пуска.</p> <p>4. Особенности включения в работу насосов.</p> <p>5. Испытание нагнетателей и диагностика отказов в работе.</p>
8. Паровые и газовые турбомашины: теоретические основы работы турбинной ступени, конструкции, режимы работы.	<p>1. Классификация, типы, энергетические характеристики отечественных конденсационных паровых и газовых турбин.</p> <p>2. Принципиальные схемы паро - и газотурбинных установок.</p> <p>3. Схема паротурбинной установки АЭС.</p> <p>4. Термические и абсолютные КПД и пути их увеличения.</p> <p>5. Энергетические показатели турбоустановок.</p> <p>6. Стандартные параметры пара и основные типы отечественных турбин.</p> <p>7. Вспомогательное оборудование паротурбинных и газотурбинных установок – конденсаторы, генераторы, фильтры, камеры сгорания.</p> <p>8. Влияние внешних факторов на работу и показатели экономичности турбоустановок.</p> <p>9. Защита паровых и газовых турбин от осевого сдвига ротора, от повышения числа оборотов сверх допустимого.</p> <p>10. Защита паровой турбины от заброса в неё воды.</p>
9. Двигатели внутреннего сгорания: устройство, характеристики, методы управления.	<p>1. Топливоподающая система и смесеобразование в дизелях.</p> <p>2. Топливоподающая система в карбюраторных и газовых двигателях.</p> <p>3. Система зажигания карбюраторных и газовых двигателей.</p> <p>4. Системы смазки и охлаждения двигателей.</p>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	5. Конструкции двигателей внутреннего сгорания.

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
1. Общие сведения, принцип действия и теоретические основы процессов сжатия и расширения в нагнетательных и расширительных машинах.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
2. Радиальные нагнетатели: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний, полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, выполнение отдельных разделов курсовой работы, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
3. Центробежные насосы и вентиляторы.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний, полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, выполнение отдельных разделов курсовой работы, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
4. Осевые насосы и вентиляторы: особенности конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
5. Динамические компрессорные машины: конструкции, теоретические основы формирования проточной части, характеристики.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
6. Объёмных компрессорные машины и насосы.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний, полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
7. Управление работой нагнетателей.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний, полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим и лабо-

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
	раторным занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
8. Паровые и газовые турбомашины: теоретические основы работы турбинной ступени, конструкции, режимы работы.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний, полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
9. Двигатели внутреннего сгорания: устройство, характеристики, методы управления.	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний, полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим и лабораторным занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.

Учебным планом в рамках дисциплины предусмотрено выполнение курсовое проектирование.

Выполнение курсового проектирования осуществляется в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в соответствующем разделе электронного курса «Нагнетатели и тепловые двигатели» 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.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (защита лабораторных работ); - письменная (выполнение конспектов в рамках освоения вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, выполнение отдельных разделов курсовой работы).	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме 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

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

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

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

- сведения об авторе курса;
- краткое описание курса;
- рабочую программу дисциплины;
- полный перечень тем дисциплины;
- методические указания по выполнению каждой лабораторной работы;
- методические указания для выполнения курсовой работы;
- материалы и задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Нагнетатели и тепловые двигатели – автор Анисин А.К. для обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Без профиля», 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 по дисциплине

1. Анисин А.А., Анисин А.К. Нагнетатели и тепловые двигатели. Проектирование центробежного насоса [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы для обучающихся по очной форме обучения по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2017. – 56 с.

2. Кондаков С.А. Гидравлика (Гидрогазодинамика) [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторного практикума для обучающихся по очной форме обучения по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2017. – 36 с.

3. Анисин А.А., Анисин А.К. Тепловые двигатели и нагнетатели. Лабораторный практикум [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для обучающихся по очной форме обучения по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2019. – 73 с.

4. Анисин А.А., Анисин А.К., Роголёв В.В. Тепловые двигатели и нагнетатели. Изучение конструкции турбомашин и поршневых двигателей внутреннего сгорания. [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторной работы для студентов очной формы обучения по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2016. – 55 с.

5. Анисин А.А., Анисин А.К. Нагнетатели и тепловые двигатели. Компрессоры и вентиляторы: методы решения практических задач [Текст] + [Электронный ресурс]: методическое пособие для подготовки к работе на практических занятиях по дисциплине «Нагнетатели и тепловые двигатели» для обучающихся по очной форме обучения по направлениям подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника». – Брянск: БГТУ, 2017. – с. 37

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

а) основная литература:

1. Черкасский В.М., Калинин Н.В., Кузнецов Ю.В., Субботин В.И. Нагнетатели и тепловые двигатели. – М.: Энергоатомиздат, 1997. – 384 с.

(5 экз.)

2. Черкасский В.М. Насосы, компрессоры, вентиляторы – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 424 с.

(4 экз.)

3. Щегляев, А.В. Паровые турбины: теория теплового процесса и конструкций турбин, учеб. для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 357 с. (24 экз.)

4. Турбины тепловых и атомных электрических станций: учеб. для вузов; под ред. А.Г. Костюка, В.В. Фролова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 488 с.

(10 экз.)

5. Тепловые двигатели и нагнетатели [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.А. Наумов [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 109 с.

(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61415.html>.)

б) дополнительная литература:

1. Нигматулин И.Н., Ценев В.А., Шляхин П.Н. Тепловые двигатели. – М.: Высшая школа, 1974. – 376 с.

(5 экз.)

2. Шлипченко З.С. Насосы, компрессоры и вентиляторы. – Киев: Техника, 1976. – 369 с.

(5 экз.)

3. Поршневые компрессоры: Учеб. пособие для студентов вузов. Под общ. ред. Б. С. Фотина. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 872 с.

(8 экз.)

4. Карелин В. Я., Минаев Л. В. Насосы и насосные станции: Учеб. для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1976. 320 с.

(2 экз.)

5. Рихтер, Л.А. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: учеб. пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.

(10 экз.)

6. Трухний, А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: учеб. пособие для вузов. – 2-е изд., стер. – М.: Изд-во МЭИ. 2002. – 539 с.

(3 экз.)

7. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для втузов по специальности “Двигатели внутреннего сгорания”/ Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко и др.; Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.

(78 экз.)

8. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для втузов по специальности “Двигатели внутреннего сгорания”/ С.И. Ефимов, Н.А. Иващенко и др.; Под общ. ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 456 с.

(40 экз.)

9. Рафальская Т.А. Насосные станции [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Рафальская, Р.Ш. Мансуров, В.И. Костин. – Электрон. текстовые данные. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. – 82 с.

(Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71570.html>.)

в) справочная литература:

1. Малюшенко, В. В., Михайлов, А. К. Энергетические насосы: справочное пособие. – М.: Энергоиздат, 1981. – 199 с.

2. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/Под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.; Машиностроение, 1992. – 672 с.

3. Тягодутьевые машины. Отраслевой каталог. М. НИИЭИНФОРМЭНЕРГОМАШ, 1984. 283 с.

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

5. Электронный каталог насосного оборудования Grundfos, 2008.

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:

- учебная аудитория для проведения занятий лекционного и практического типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью, персональным компьютером, мультимедийным проектором и экраном.
- специализированные учебные аудитории для проведения лабораторных занятий, укомплектованная специализированной мебелью и лабораторными установками.
- учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся, оборудованная персональными компьютерами с возможностью доступа к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и к электронной образовательной среде учебного учреждения.
- читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

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

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

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;

- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, 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.

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ прикладных физических явлений и их конструктивного и технологического приложения в предметном поле обсуждаемой дисциплины. 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.

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

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

Задачи практических занятий:

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

Содержание практических работ составляют:

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

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

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

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

Порядок подготовки лабораторного занятия:

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

Формы проведения лабораторных занятий:

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

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их выполнению:

- на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;
- на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;

– на основе активных творческих действий обучающихся, когда они проявляют способность действовать в условиях, близких к реальным, используя запас приобретенных знаний.

Самостоятельная работа обучающихся предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; текущий самоконтроль, выполнение курсовой работы.

Выполнение курсовой работы по дисциплине предусматривает информирование студентов о ее целях, структуре, выдачу методических указаний и задания, 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.

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

11.2. Методические материалы для обучающихся

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

Таблица 12 – Методические рекомендации обучающимся по освоению дисциплины

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.

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
Практические занятия	Ознакомление с целью и задачами занятия. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме. Выполнение (решение) практических заданий и задач по алгоритму, на основе частично поисковой и или исследовательской деятельности и др.
Лабораторные работы	Подготовка к эксперименту (ознакомление с целью и задачами, ходом лабораторной работы, работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, подготовка таблиц для фиксирования хода и результатов опытно-экспериментальной работы и др.). Проведение измерений (вводный и текущий инструктаж, проведение опытов и экспериментов). Обработка полученных результатов; формулировка выводов и написание отчета. Защита отчета по лабораторной работе.
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др.
Выполнение курсовой работы	При выполнении курсовой работы, обучающемуся следует придерживаться методических указаний. Предусмотрен следующий алгоритм действий: темы курсовой работы, подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для написания теоретического раздела, 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 экзамену	При подготовке к 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

Код индикатора достижения компетенции	Оценочные средства текущего контроля успеваемости	Оценочные средства промежуточной аттестации обучающихся
ПК 1.1	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения отдельных разделов курсовой работы.	Контрольные вопросы к экзамену и собеседованию по результатам выполненной курсовой работы, экзаменационные задачи
ПК 1.2	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения отдельных разделов курсовой работы.	Контрольные вопросы к экзамену и собеседованию по результатам выполненной курсовой работы, экзаменационные задачи
ПК 1.3	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения отдельных разделов курсовой работы.	Контрольные вопросы к экзамену и собеседованию по результатам выполненной курсовой работы, экзаменационные задачи
ПК 3.1	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими и лабораторными занятиями. Вопросы к защите лабораторных работ. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторных работ.	Контрольные вопросы к экзамену, экзаменационные задачи.
ПК 3.2	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими и лабораторными занятиями. Вопросы к защите лабораторных работ. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторных работ.	Контрольные вопросы к экзамену, экзаменационные задачи.
ПК 3.3	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими и лабораторными занятиями. Вопросы к защите лабораторных работ. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения лабораторных работ.	Контрольные вопросы к 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, успешно выполнил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

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

– обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов, выполнил 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, не выполнил все или выполнил часть практических работ со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

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

12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

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

Таблица 14 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

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

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
Низкий («неудовлетворительно»)	Обучающийся не знает на пороговом уровне теоретический и практический материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации. Испытывает 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.

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при выполнении и защите курсовой работы оценивается по пятибалльной системе. Шкала оценивания представлена в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания, применяемая при выполнении и защите курсовой работы

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
«отлично»	<p>а) Содержание работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – работа полностью соответствует теме исследования; – грамотно обоснована актуальность работы; – обучающийся показывает глубокую общетеоретическую подготовку; – обучающийся корректно использует терминологический аппарат; – в работе используются актуальные источники, нормативные документы, законодательные акты; – обучающийся демонстрирует умение работать с различными видами источников информации, в том числе с данными, полученными экспериментальным путем и с электронными библиотечными системами вуза; – обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать и научно классифицировать материал; – исследование завершается научно-значимыми выводами и/или практическими рекомендациями. <p>б) Владение навыками научного исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся владеет методологическими подходами к изучению предмета исследования и конкретными методиками; – обучающийся умеет грамотно составить программу исследования (определить научную проблему, объект, предмет, цели, задачи, подобрать методы исследования), обосновать научную новизну и/или практическую значимость данного исследования; – обучающийся умеет делать аргументированные выводы, соответствующие поставленным целям и задачам; – обучающийся умеет предложить варианты использования результатов исследования в профессиональной деятельности. <p>в) Оформление курсовой работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – работа оформлена в соответствии с локальными актами. <p>г) Защита курсовой работы:</p>

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	<ul style="list-style-type: none"> – обучающийся в устном выступлении на защите адекватно представляет результаты исследования; – обучающийся аргументированно отвечает на вопросы и ведет научную дискуссию; – обучающийся владеет научным стилем изложения; – обучающийся владеет понятийным аппаратом.
«хорошо»	<p>а) Содержание работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – полностью соответствует теме исследования; – актуальность работы обоснована недостаточно аргументированно; – обучающийся показывает достаточную общетеоретическую подготовку, допуская погрешности в использовании терминологического аппарата; – обзор теоретических и практических наработок по проблеме имеет описательный, а не аналитический характер; – информационная база исследования недостаточно широкая; – обучающийся демонстрирует умение работать с различными видами источников, в том числе с данными, полученными экспериментальным путем; – обучающийся проявляет способности обобщать, систематизировать и научно классифицировать материал; – в работе отсутствуют научно-значимые выводы и/или практические результаты. <p>б) Владение навыками научного исследования:</p> <ul style="list-style-type: none"> – не обоснована научная новизна и практическая значимость данного исследования; – присутствуют отдельные недочеты в программе исследования (недостаточно аргументированно определена научная проблема, неверно сформулированы объект, предмет, цели, задачи, методы исследования подобраны не вполне корректно); – выводы исследования недостаточно аргументированы, не соответствуют поставленным целям и задачам. <p>в) Оформление курсовой работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – работа оформлена в соответствии с локальными актами. <p>г) Защита курсовой работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обучающийся в устном выступлении на защите адекватно представляет результаты исследования; – обучающийся владеет научным стилем изложения; – обучающийся владеет понятийным аппаратом; – обучающийся во время защиты не смог ответить на ряд вопросов по предмету исследования.
«удовлетворительно»	<p>а) Содержание работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – частично соответствует теме исследования; – не обоснована актуальность работы; – обучающийся обнаружил удовлетворительные знания по предмету; – в работе отсутствует обзор теоретических и практических наработок по проблеме;

Уровень освоения (оценка)	Планируемые результаты освоения дисциплины
	<ul style="list-style-type: none"> – информационная база исследования недостаточно широка, обучающийся использует лишь данные научной литературы; – обучающийся не сумел продемонстрировать умение работать с различными видами источников; – в работе отсутствуют научно-значимые выводы или практические результаты. <p style="text-align: center;">б) Оформление курсовой работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – работа оформлена в соответствии с локальными актами. <p style="text-align: center;">в) Защита курсовой работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – в устном выступлении на защите обучающийся не может адекватно представить результаты исследования; – обучающийся отстает от научного стиля изложения; – обучающийся затрудняется в аргументации, отвечая на вопросы по теме работы.
«неудовлетворительно»	<ul style="list-style-type: none"> – имеются принципиальные замечания по пяти и более параметрам курсовой работы; – обучающийся допустил грубые теоретические ошибки, не владеет навыками исследования.

12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине

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

12.5. Характеристика результатов обучения

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

Таблица 16 – Характеристика результатов обучения по дисциплине

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

Оценка	Характеристика результатов обучения
	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 «Нагнетатели и тепловые двигатели», 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 «Нагнетатели и тепловые двигатели».

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.