



**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**

**«Основы тепломассообмена»**

*(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  
«Основы тепломассообмена»

*(наименование дисциплины)*

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

*(код и наименование специальности или направления подготовки)*

Промышленная теплоэнергетика

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

**Разработал(и):**

доцент, к.т.н., доцент

*(должность, ученая степень, ученое звание)*

*(подпись)*

А.С. Стребков

*(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.С. Стребков 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 .....	6
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	8
5.3. Лекции .....	8
5.4. Лабораторные работы .....	11
5.5. Практические занятия .....	12
5.6. Самостоятельная работа обучающихся .....	14
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	18
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	19
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	19
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	20
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся .....	20
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины .....	20
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины .....	21
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем .....	22
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	22
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	22

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	24
11.1. Методические материалы для педагогических работников .....	24
11.2. Методические материалы для обучающихся .....	26
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	28
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины .....	28
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости .....	28
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся .....	29
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине .....	30
12.5. Характеристика результатов обучения .....	30
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся .....	31
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	31

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебная дисциплина «Основы тепломассообмен» (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 – приобретение студентами знаний о видах и законах теплообмена в природе, аппаратах и агрегатах инженерных установок и систем, а также практического опыта в определении интенсивности процессов теплообмена.

Изучение данной дисциплины подготавливает выпускников к проектированию теплообменных аппаратов и расчетам их работы на переменных режимах.

**Задачи** дисциплины: изучить:

- Виды и основные понятия тепло- и массообмена;
- теплообмен при стационарной теплопроводности;
- теплообмен при стационарной теплоотдаче;
- основы проектирования теплообменных аппаратов;
- основы стационарного радиационно- конвективного теплообмен;
- получить навыки проведения экспериментальных исследований процессов теплообмена;
- ознакомиться с отдельными аспектами тепло- и массообмена в особых условиях.

### 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: «Физика», «Методы и средства измерения физических величин в энергетике», «Гидрогазодинамика».

Параллельно изучаются дисциплины: «Техническая термодинамика».

Базируются на изучении дисциплины: «Тепломассообменные процессы и аппараты», «Котельные установки и парогенераторы», «Источники и системы теплоснабжения».

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций ОПК-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
ОПК-3. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.	ОПК-3.1. Использует в процессе профессиональной деятельности комплекс знаний в предметной области фундаментальных законов и их приложений, лежащих в основе осуществления (практической реализации) теплотехнических, теплоэнергетических и теплотехнологических процессов. ОПК-3.2. Разрабатывает концепцию простейших оригинальных, аналитически исследует и оптимизирует конфигурацию типовых функциональных схем и их основных элементов, предназначенных для осуществления (практической реализации) теплотехнических, теплоэнергетических и теплотехнологических процессов.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию температурных полей и тепловых потоков;</li> <li>- виды (способы) переноса теплоты в природе и технических системах и их элементах и их физическую сущность;</li> <li>- влияние термодинамических условий теплопереноса на теплофизические свойства теплоносителей;</li> <li>- основные положения теории подобия тепло-гидродинамических процессов;</li> <li>- способы определения термических сопротивлений и потоков теплоты и массы при различных видах теплообмена;</li> <li>- основные принципы компоновки теплообменных поверхностей, используемых в теплообменных аппаратах;</li> <li>- способы влияния на интенсивность протекания процессов теплообмена;</li> <li>- особенности переноса теплоты и массы при изменении фазового состояния теплоносителей.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>воспринимать, анализировать и обобщать информацию по тепло-энергетике и теплотехнике с позиций теплообмена;</li> <li>формулировать цель проблемы, связанной с проектным (поворотным) расчётом теплообменных аппаратов;</li> <li>разрабатывать физическую модель происходящих в них теплообменных процессов;</li> <li>определять параметры состояния и теплофизические свойства рабочих тел;</li> <li>выполнять расчет теплового и материального баланса при теплообмене;</li> <li>выполнять компоновку теплообменной поверхности теплообменных аппаратов;</li> <li>определять (формировать) режимы течения теплоносителей относительно поверхности теплообмена;</li> <li>определять величины термических сопротивлений процессов теплообмена;</li> <li>оценивать сопутствующие энергетические затраты при обеспечении режимов движения теплоносителей относительно поверхности теплообмена.</li> </ul>	

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

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

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

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом образовательной программы	Трудоемкость, час.												
	Всего	Семестр											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C
1. Контактная работа обучающихся с педагогическими работниками, в том числе:	64	-	-	-	-	64	-	-	-	-	-	-	-

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
1.1. Лекции, час.	32	-	-	-	-	32	-	-	-	-	-	-	-
1.2. Лабораторные работы, час.	16	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
1.3. Практические занятия, час.	16	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-
в том числе в форме практической подготовки													
2. Самостоятельная работа обучающихся, час.	44	-	-	-	-	44	-	-	-	-	-	-	-
3. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся, в том числе:	36												
3.1. Экзамен, семестр		5											
3.2. Зачет, семестр		-											
3.3. Зачет с оценкой, семестр		-											
3.4. Курсовой проект (контроль), семестр		-											
3.5. Курсовая работа (контроль), семестр		-											
3.6. Расчетно-графическая работа (контроль), семестр		5											
3.7. Контрольная работа (контроль), семестр		-											
<b>Общая трудоемкость (4 з.е.)</b>	<b>144</b>	144											

## 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
Основные сведения о теплообмене Тема 1-3.	28	12	-	8	8
Основные сведения о теплообменных аппаратах. Тема 4-5	58	14	8	8	28
Актуальные вопросы тепломассообмена. Тема 6-8.	22	6	8	-	8
<b>Итого</b>	<b>108</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>44</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
	ОПК-3
Основные сведения о теплообмене Тема 1,2,3	+
Основные сведения о теплообменных аппаратах. Тема 4,5	+
Актуальные вопросы тепломассообмена. Тема 6,7,8	+

## 5.3. Лекции

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

Таблица 5 – Тематика и содержание лекций

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Содержание лекций	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 1. Основные положения тепло-массообмена	1. Температурное поле	1. Температурное поле – определение; 2. Температурное поле – способы классификации; 3. Изотермическая поверхность.	2
		2. Тепловой поток, термическое сопротивление.	1. Градиент температурного поля; 2. Тепловой поток; 3. Поверхностная плотность теплового потока; 4. Термическое сопротивление.	2
		3. Виды тепломассообмена	1. Виды простого теплообмена: - теплопроводность; - конвективный теплообмен; - тепловое излучение. 2. Сложный теплообмен - теплопередача 3. Диффузия и массоот-	2



№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Содержание лекций	Трудоемкость (час.)
			дача	
2.	Тема 2. Стационарная теплопроводность	4. Теплопроводность через плоскую однослойную стенку  5. Теплопроводность через плоскую однослойную стенку	1. Уравнение теплового потока при теплопроводности через однослойную плоскую стенку; 2. Температурное поле в плоской стенке; 3. Термическое сопротивление однослойной плоской стенки. 1. Уравнение теплового потока при теплопроводности через многослойную стенку; 2. Температурное поле в плоской многослойной стенке; 3. Термическое сопротивление многослойной плоской стенки.	2  2
3.	Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен	6. Теплоотдача при вынужденной конвекции  7. Основные положения моделирования теплогидродинамических процессов.  8. Теплоотдача при движении теплоносителей в каналах	1. Гипотеза Ньютона-Рихмана; 2. Уравнение теплового потока при теплоотдаче; 3. Коэффициент теплоотдачи. 1. Дифференциальное уравнение теплоотдачи. Критерий Нуссельта. 3. Уравнение теплового баланса при теплоотдаче. Критерии Пекле, Рейнольдса, Прандтля, Стантона, Эйлера. 1. Критериальное уравнение при теплоотдаче в турбулентном потоке, движущемся в канале. 2. Учет влияния направления теплового потока на интенсивность теплоотдачи. 3. Эквивалентный диаметр канала	2  2  2
4.	Тема 4. Теплопередача	9. Теплопередача	1. Уравнение теплового потока при теплопередаче; 2. Коэффициент тепло-	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Содержание лекций	Трудоемкость (час.)
			передачи. 3. Влияние режима теплопередачи на величину коэффициента теплопередачи	
5.	Тема 5. Основы проектного расчета теплообменных аппаратов (ТА)	10. Теплообменные аппараты с продольным обтеканием поверхности теплообмена	1. Расчетная схема ТА при прямотоке и противотоке; 2. Температурная диаграмма ТА при прямотоке и противотоке; 3. Средний температурный напор ТА; 4. Тепловой баланс ТА.	2
6.	Тема 5. Основы проектного расчета теплообменных аппаратов (ТА)	11. Методика проектного расчета кожухотрубного теплообменного аппарата (КТА) с продольным обтеканием поверхности теплообмена	1. Компоновка продольнообтекаемого трубного пучка КТА; 2. Режимы движения теплоносителей; 3. Термические сопротивления и коэффициент теплопередачи КТА 4. Площадь поверхности $F$ и длина $L$ трубного пучка КТА.	2
		12. Основы рационального проектирования КТА	1. Затраты мощности на прокачку теплоносителей через КТА. 2. Целевая функция $F+C \cdot N$ . 3. Показатели соразмерности КТА.	2
7.	Тема 6. Теплоотдача при естественной конвекции	13. Теплоотдача при естественной конвекции	1. Естественная (свободная) конвекция. 2. Теплоотдача от вертикальной стенки в толще неподвижного теплоносителя. 3. Критическая высота. 4. Критериальные уравнения теплоотдачи при естественной конвекции.	2
8.	Тема 7. Элементы теплового излучения и массообмена	14. Тепловое излучение – основные положения	1. Уравнение удельного лучистого теплового потока; 2. Постоянная теплового излучения; 3. Степень черноты теплообменной поверхности.	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Содержание лекций	Трудоемкость (час.)
		15. Массоотдача – основные положения	4. Законы излучения  1. Виды диффузии 2. Коэффициент концентрационной диффузии; 3. Поток массы 4. Массоотдача; 5. Коэффициент массоотдачи.	
9.	Тема 8. Элементы нестационарного теплообмена	16. Нестационарный теплообмен – нагревание и охлаждение тел	1. Безразмерные (относительные) координаты. 2. Безразмерная температура. 3. Коэффициент температуропроводности. 4. Критерий Фурье 5. Критерий Био 6. Номограммы для определения текущей температуры при нагревании и охлаждении	2
<b>ИТОГО (часов)</b>				<b>32</b>

#### 5.4. Лабораторные работы

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

Таблица 6 – Тематика лабораторных работ

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен	Влияние режима движения воздушного потока в коридорном трубном пучке на температуру поверхности теплообмена.	2
2.	Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен	Влияние режима движения воздушного потока в шахматном трубном пучке на температуру поверхности теплообмена.	2
3.	Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен	Критериальные уравнения теплоотдачи при свободной конвекции у вертикальной и горизонтальной трубы.	2
4.	Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен	Обработка опытных данных по теплоотдаче в трубных пучках в форме критериальных зависимостей.	2

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
5.	Тема 6. Теплоотдача при естественной конвекции	Влияние температуры поверхности обогреваемой трубы на баланс конвективного и радиационного тепловых потоков при свободной конвекции.	2
6.	Тема 7. Тепловое излучение и массообмен	Влияние режима движения воздушного потока в трубных пучках на баланс радиационного и конвективного теплообмена.	2
7.	Тема 8. Элементы нестационарного теплообмена	Определение коэффициента теплопроводности методом регулярного режима	2
8.	Тема 8. Элементы нестационарного теплообмена	Влияние формы тела и материала на темп охлаждения	2
<b>ИТОГО (часов)</b>			<b>16</b>

### 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

№п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)
	Тема 1. Основные положения тепломассообмена	1. Определение теплофизических характеристик теплоносителей.	1. Таблицы теплофизических свойств воздуха, воды, водяного пара; 2. Использование метода линейной интерполяции при определении теплофизических свойств	2
1.	Тема 2. Стационарная теплопроводность	2. Определение тепловых потоков через однослойные плоские стенки.	1. Определение термических сопротивлений однослойных плоских стенок. 2. Определение тепловых потоков через однослойные плоские стенки.	2

№п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)
2.	Тема 2. Стационарная теплопроводность	3. Определение тепловых потоков через многослойные плоские стенки.	1. Определение термических сопротивлений многослойных плоских стенок. 2. Определение тепловых потоков через многослойные плоские стенки.	2
3.	Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен	4. Определение тепловых потоков при турбулентном движении теплоносителя каналах	1. Определения режима движения потока в канале 2. Определение критериев подобия при движении потока в канале 3. Определение коэффициента теплоотдачи 4. Определение теплового потока при теплоотдаче	2
4.	Тема 5. Основы проектного расчета теплообменных аппаратов (ТА)	5. Тепловой баланс кожухотрубного теплообменного аппарата	1. Формирование расчетных схем КТА 2. Формирование температурных диаграмм КТА 3. Определение среднелогарифмического температурного напора КТА 4. Определение тепловой мощности КТА	2
5.	Тема 5. Основы проектного расчета теплообменных аппаратов (ТА)	6. Компоновка одноходового кожухотрубного теплообменного аппарата	1. Определение площади проходного сечения внутритрубного пространства. 2. Определение площади проходного сечения межтрубного пространства. 3. Определение характерных размеров каналов 4. Определение площади поверхности погонного метра длины трубного пучка	2
6.	Тема 5. Основы проектного расчета тепло-	7. Определение площади поверхности теплообмена КТА	1. Определение термических сопротивлений. 2. Определение коэффициента теплопередачи.	2

№п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Содержание практических занятий	Трудоемкость (час.)
	обменных аппаратов (ТА)		3. Определение площади поверхности трубного пучка КТА 4. Оценка показателя соразмерности КТА	
7.	Тема 5. Основы проектного расчета теплообменных аппаратов (ТА)	8. Основы рациональной компоновки теплообменной поверхности КТА	1. Оценка потерь давления при движении теплоносителей в каналах КТА. 2. Затраты мощности на прокачку теплоносителей (N). 3. Целевая функция проектного расчета КТА ( $N+C \cdot F$ ). 4. Выбор оптимального варианта компоновки КТА 5. Многоходовые КТА	2
8.	4	Практическое занятие №3 по теме 4.	Температурная диаграмма противоточного теплообменного аппарата. Расчет логарифмического температурного напора.	2
<b>ИТОГО (часов)</b>				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
Тема 1. Основные положения тепло-массообмена	Предмет, цель, задачи и структура курса. Виды тепло-массообмена: теплопроводность, теплоотдача, тепловое излучение, теплопередача, диффузия, массоотдача. Температурное поле. Градиент температурного поля. Изотермическая поверхность. Температурный напор. Тепловой поток. Поверхностная плотность теплового потока.
Тема 2. Стационарная теплопроводность	Гипотеза Фурье. Коэффициент теплопроводности.

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<p>Коэффициент температуропроводности.</p> <p>Термическое сопротивление при теплопроводности.</p> <p>Уравнение теплопроводности через плоскую однослойную стенку.</p> <p>Уравнение теплопроводности через плоскую многослойную стенку.</p> <p>Уравнение теплопроводности через цилиндрическую стенку.</p>
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен	<p>Гипотеза Ньютона-Рихмана.</p> <p>Ламинарный и турбулентный режимы движения теплоносителя.</p> <p>Гипотеза «прилипания».</p> <p>Поле скоростей.</p> <p>Температурное поле.</p> <p>Гидродинамический пограничный слой.</p> <p>Тепловой (температурный) пограничный слой.</p> <p>Коэффициент теплоотдачи.</p> <p>Термическое сопротивление при теплопроводности.</p> <p>Основные положения теории подобия и размерности.</p> <p>Теоремы теории подобия.</p> <p>Формирование набора критериев подобия при анализе системы уравнений движения, энергии и массы.</p> <p>Дифференциальное уравнение теплоотдачи.</p> <p>Определяющие и определяемые критерии подобия при теплоотдаче: критерий Нуссельта, критерий Рейнольдса, критерий Прандтля, критерий Эйлера, критерий Пекле, критерий Стантона.</p> <p>Критериальное уравнение теплоотдачи при продольном движении теплоносителя в теплообменном канале на турбулентном режиме.</p>
Тема 4. Теплопередача	<p>Теплопередача.</p> <p>Термическое сопротивление при теплопередаче.</p> <p>Коэффициент теплопередачи.</p> <p>Уравнение теплопередачи.</p>
Тема 5. Основы проектного расчета теплообменных аппаратов (ТА)	<p>Теплообменный аппарат типа «труба в трубе».</p> <p>Кожуотрубный теплообменный аппарат (ТА) с продольно-обтекаемым трубным пучком.</p> <p>ТА прямоточного типа (прямоток).</p> <p>ТА противоточного типа (противоток).</p> <p>Температурная диаграмма ТА.</p> <p>Арифметический и логарифмический температурные напоры.</p> <p>Тепловой баланс ТА.</p> <p>Расход теплоносителя.</p> <p>Тепловой эквивалент теплоносителя.</p> <p>Влияние компоновки теплообменной поверхности на режим движения теплоносителя.</p> <p>Определение термических сопротивлений на различных режимах движения теплоносителей.</p> <p>Определение требуемой теплообменной поверхности при проектировании теплообменных аппаратов.</p>

Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<p>Гидравлические потери при движении теплоносителей через каналы теплообменника.</p> <p>Мощность на прокачку теплоносителей.</p> <p>Оценка соразмерности спроектированного теплообменного аппарата по соотношению продольного и поперечного габаритных размеров теплообменной поверхности.</p>
Тема 6. Теплоотдача при естественной конвекции	<p>Теплоотдача при свободной (естественной) конвекции у вертикальной поверхности.</p> <p>Распределение температуры у поверхности теплообмена и в толще неподвижного теплоносителя.</p> <p>Распределение скорости теплоносителя у поверхности теплообмена.</p> <p>Критерий Грасгофа. Критерий Рэлея.</p> <p>Критическая высота. Слоистое (ламинарное) и волновое (турбулизированное) движение теплоносителя в пристенном слое.</p> <p>Критериальные уравнения теплоотдачи при свободной конвекции (вертикальная и горизонтальная трубы).</p>
Тема 7. Элементы теплового излучения и массообмена	<p>Тепловое излучение.</p> <p>Законы теплового излучения.</p> <p>Постоянная теплового излучения.</p> <p>Степень черноты теплообменной поверхности.</p> <p>Приведенная степень черноты при излучении и поглощении лучистой энергии.</p> <p>Уравнение теплового потока при лучистом теплообмене.</p> <p>Массообмен в многокомпонентных многофазных средах.</p> <p>Поток массы.</p> <p>Поверхностная плотность потока массы.</p> <p>Концентрационная диффузия.</p> <p>Коэффициент диффузии.</p> <p>Закон Фика.</p> <p>Термодиффузия.</p> <p>Бародиффузия.</p> <p>Массоотдача.</p> <p>Критерии массоотдачи: диффузионный критерий Нуссельта (Шервуда), диффузионный критерий Прандтля (Шмидта), критерий Льюиса-Семенова.</p>
Тема 8. Элементы нестационарного теплообмена	<p>Нестационарный теплообмен.</p> <p>Дифференциальное уравнение при нестационарной теплопроводности.</p> <p>Краевые условия в задачах нестационарного теплообмена.</p> <p>Критерии и симплексы нестационарного теплообмена: Безразмерная (относительная) температура, безразмерные координаты, критерий Био, критерий Фурье.</p> <p>Режимы изменения температурного поля при нагревании и остывании тел.</p>



Наименование темы дисциплины	Вопросы для самостоятельного изучения темы
	<p>Регулярный режим.</p> <p>Темп охлаждения (нагрева).</p> <p>Коэффициент формы охлаждаемого (нагреваемого) тела.</p> <p>Номограммы для определения режимов охлаждения (нагрева) шара, параллелепипеда, цилиндра.</p> <p>Методы интенсификации теплоотдачи.</p> <p>Оребрение. Коэффициент оребрения.</p> <p>Виды ребер и методы их изготовления (присоединения к базовой теплообменной поверхности).</p> <p>К.П.Д. ребра. Приведенный коэффициент теплоотдачи при оребрении.</p>

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
Тема 1. Основные положения тепло-массообмена	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний полученных во время аудиторных занятий, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 2. Стационарная теплопроводность	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.
Тема 3. Стационарный конвективный теплообмен	Освоение вопросов, предназначенных для самостоятельного изучения раздела дисциплины, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, выполнение отдельных разделов РГР подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 4. Теплопередача	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.
Тема 5. Основы проектного расчета теплообменных аппаратов (ТА)	Освоение вопросов, предназначенных для самостоятельного изучения раздела дисциплины, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, выполнение отдельных разделов РГР подготовка к текущему и

Наименование темы дисциплины	Виды самостоятельной работы
	промежуточному контролю знаний.
Тема 6. Теплоотдача при естественной конвекции	Освоение отдельных учебных вопросов, закрепление и систематизация знаний, полученных во время аудиторных занятий, подготовка к практическим занятиям, подготовка к текущему и промежуточному контролю знаний.
Тема 7. Элементы теплового излучения и массообмена	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.
Тема 8. Элементы нестационарного теплообмена	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.

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

Выполнение РГР осуществляется в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в соответствующем разделе электронного курса «Основы тепломассообмена» информационно-образовательной среды БГТУ (<http://edu.tu-bryansk.ru>).

### 5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

Текущий контроль успеваемости обеспечивает оценивание хода освоения дисциплины. Формы контрольно-оценочных мероприятий, проводимых в рамках текущего контроля успеваемости, представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Формы и периодичность текущего контроля успеваемости

Вид учебной работы	Форма текущего контроля успеваемости	Периодичность осуществления
Практические занятия / Лабораторные работы	Устный экспресс-опрос, экспресс-тестирование.	На каждом занятии
Самостоятельная работа обучающихся	- устная (защита лабораторных работ); - письменная (выполнение конспектов в рамках освоения вопросов, выносимых на самостоятельное изучение, выполнение отдельных разделов РГР).	В течение семестра

Оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (промежуточная аттестация обучающихся) осуществляется в форме экзамена, проводимого в устной форме. Аттестационное испытание может включать в себя прохождение теста с использованием технологии компьютер-

ного тестирования. Для уточнения оценки экзаменатор может проводить короткий опрос-собеседование с обучающимся и (или) выдавать ему дополнительные задания.

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе освоения дисциплины применяются следующие образовательные технологии: личностно-ориентированные, активизации деятельности обучающихся, интеллектуальной направленности, проблемного обучения, диалоговые и профессионально-ориентированные (таблица 11).

Таблица 11 – Образовательные технологии, применяемые в ходе преподавания дисциплины

<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 работы</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, 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;
- полный перечень тем дисциплины;
- презентационные материалы для проведения занятий лекционного типа;
- лекции/краткий конспект лекций по каждой теме;
- методические указания по выполнению каждого практического задания;
- методические указания для выполнения РГР;

– материалы и тестовые задания для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Наименование электронного курса в электронной информационно-образовательной среде БГТУ — «Основы теплообмена» – автор Стребков А.С. - для обучающихся по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Промышленная теплоэнергетика», форма обучения – очная.

Электронный курс предназначен для обеспечения обучающихся всеми необходимыми учебно-методическими материалами, а также проведения контрольно-оценочных мероприятий в процессе обучения. При необходимости осуществляется файловый обмен отчетами о выполнении обучающимися самостоятельной работы.

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся**

1. Стребков А.С. Теплообмен. Кн. 1. Исследование теплогидродинамических процессов при продольном обтекании теплообменной поверхности потоком воздуха в кольцевом канале. [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» – Брянск: БГТУ, 2017. – 51 с.

2. Стребков А.С. Теплообмен. Кн. 2. Исследование теплоотдачи и сопротивления при поперечном обтекании трубных пучков [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» – Брянск: БГТУ, 2017. – 35 с.

3. Стребков А.С. Теплообмен. Кн. 3. Исследование радиационно-конвективного теплообмена при различной ориентации обогреваемых труб. [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» – Брянск: БГТУ, 2017. – 31 с.

4. А.С. Стребков, Н.А. Шалькина. Теплообмен. Проектирование одноходового кожухотрубного теплообменного аппарата [Текст] + [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов очной формы обучения по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» – Брянск: БГТУ, 2017. – 59 с.

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

### ***а) основная литература***

1. Брюханов, О.Н. Тепломассообмен: учеб. для вузов/ О.Н. Брюханов. – М.: ИНФРА-М, 2013.–463 с.
2. Кудинов, А.А. Тепломассообмен: учеб. пособие для вузов/ А.А. Кудинов.– М.: ИНФРА-М, 2012.–374 с.
3. Примеры и задачи по тепломассообмену: учеб. пособие/ В.С. Логинов [и др.] – Изд. 2-е, испр. и доп. – СПб. [и др.]: Лань, 2011. – 255 с.

### ***б) дополнительная литература***

1. Теория тепломассообмена: учебник для техн. ун-тов и вузов / С.И. Исаяев, И.А. Кожинов, В.И. Кофанов [и др.]; под ред. А.И. Леонтьева. – 2-е изд., испр. и доп.– М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1997. – 683 с.
2. Теплотехника: учебник для втузов/ А.М. Архаров, И.А. Архаров, В.Н. Афанасьев [и др.]; под общ. ред. А.М. Архарова, В.Н. Афанасьева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 712 с. : илл.
3. Краснощеков Е. А. Задачник по теплопередаче/ Е.А. Краснощеков, А.С. Сукомел. - М.: Энергия, 1969. – 262 с.
4. Авчухов, В.В. Задачник по процессам тепломассообмена: учеб. пособие для вузов/ В.В. Авчухов, Б.Я. Паюсте. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с. : илл.
5. Исаченко В.П. и др. Теплопередача: Учебник для вузов / В.П. Исаченко, В.А. Осипова, А.С. Сукомел. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Энергоиздат, 1981. – 416 с., илл.
6. Арнольд Л.В. И др. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебник для вузов / Л.В. Арнольд, Г.А. Михайловский, В.М. Селиверстов. – 2-е изд., перераб. – М.:Высш. школа, 1979. – 446 с., илл.+прил.

### ***б) справочная литература***

1. Теплоэнергетика и теплотехника : справочник : в 4 кн. Кн. 2. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент / под общ. ред. А. В. Клименко и В. М. Зорина. - М. : Изд-во МЭИ, 2001. - 561 с.
2. Справочник по теплообменным аппаратам /П.И. Бажан, Г.Е. Каневец, В.М. Селиверстов. – М.: Машиностроение, 1989. – 366 с.: илл.
- Кутателадзе С.С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление : справ. пособие. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 367с.
3. Александров, А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник. - М. : Изд-во МЭИ, 1999. - 164 с.
4. Александров А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара : справочник : [рек. Гос. службой стандартных справочник данных ГСССД Р-776-98]. - М. : Изд-во МЭИ, 2003. - 158 с.

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

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

- 1). Сайт научной библиотеки БГТУ (<https://libri.tu-bryansk.ru>)
- 2). Электронно-библиотечная система «Лань» (<https://e.lanbook.com>).
- 3). Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>).
- 4). FTP сервер кафедры Технология воды и топлива Московский государственный энергетический университет (МЭИ) (<ftp://twi.mpei.ac.ru/>)
- 5). Определение теплофизических свойств теплоносителей. Расчетный сервер НИУ МЭИ [http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/VPU\\_Book\\_New/Mas/](http://twi.mpei.ac.ru/ochkov/VPU_Book_New/Mas/)
- 6). Официальный сайт журнала «Теплоэнергетика» <http://tepen.ru/>
- 7). Официальный сайт: НАЦИОНАЛЬНЫЙ КОМИТЕТ ПО ТЕПЛОМАССО-ОБМЕНУ - [HTTP://WWW.NCHMT.RU/](http://www.nchmt.ru/)

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для обеспечения обучения необходима следующая материально-техническая база:

- аудитория для проведения лекционных занятий, оборудованная персональными компьютерами, мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном, наличием доступа в информационно-коммуникационную сеть Интернет;
- компьютерный класс для проведения лабораторных работ с установленным комплектом программного обеспечения и доступом в информационно-коммуникационную сеть интернет, оборудованный мультимедийным компьютерным проектором, средства звуковоспроизведения (по возможности), проекционным экраном
- лаборатория со специализированным оборудованием для проведения лабораторных работ;
- учебная аудитория, оснащенная комплектом мебели и доской, для проведения консультаций, экзамена;
- компьютерные классы с постоянным доступом к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», а также читальные залы научной библиотеки БГТУ для самостоятельной работы обучающихся.

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

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

ся.

При проведении учебных занятий обеспечивается соблюдение следующих требований:

- учебные занятия проводятся для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся в ходе учебных занятий;
- присутствие ассистента из числа работников БГТУ или привлеченных лиц, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитывать и оформить задание, общаться с педагогическим работником и т. п.);
- обучающиеся с учетом их индивидуальных особенностей могут пользоваться необходимыми им техническими средствами;
- материально-технические условия должны обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, при отсутствии лифтов аудитория должна располагаться на первом этаже; наличие специальных кресел и других приспособлений).

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

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

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

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- дублирование звуковой справочной информации о расписании учебных занятий визуальной (установка мониторов с возможностью трансляции субтитров (мониторы, их размеры и количество необходимо определять с учетом размеров помещения);
- обеспечение надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, материально-технические условия должны

обеспечивать возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, столовые, туалетные и другие помещения Университета, а также пребывания в указанных помещениях (наличие пандусов, поручней, расширенных дверных проемов, лифтов, локальное понижение стоек-барьеров; наличие специальных кресел и других приспособлений).

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 11.1. Методические материалы для педагогических работников

Основными формами организации обучения по дисциплине являются лекции, практические занятия и самостоятельная работа обучающихся.

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

1. *Проблемная лекция* предполагает преимущественно всесторонний анализ исторических и социокультурных, образовательных явлений, научный поиск истины. Проблемная лекция опирается на логику последовательно моделируемых проблемных ситуаций путем постановки проблемных вопросов или предъявления проблемных задач.

2. *Лекция-визуализация* реализует принцип наглядности и учит обучающихся преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения.

3. *Лекция-беседа* является наиболее распространенной и сравнительно простой формой активного вовлечения обучающихся в учебный процесс. Такая лекция предполагает непосредственный контакт (диалог) педагогического работника с аудиторией.

4. *Лекция-дискуссия*, в которой в отличие от лекции-беседы педагогический работник при изложении лекционного материала не только использует ответы обучающихся на свои вопросы, но и организует свободный обмен мнениями в интервалах между логическими разделами.

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

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

Задачи практических занятий:

- помочь обучающимся систематизировать, закрепить и углубить знания теоретического характера;
- научить обучающихся приемам решения задач из предметной области



дисциплины;

- способствовать овладению навыками и умениями, входящих в структуру формируемых компетенций в результате освоения дисциплины;
- научить их работать с информацией, книгой, пользоваться справочной и научной и методической литературой;
- формировать умение учиться самостоятельно, т.е. овладевать методами, способами и приемами самообучения, саморазвития и самоконтроля.

Содержание практических работ составляют:

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

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

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

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

Порядок подготовки лабораторного занятия:

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

Формы проведения лабораторных занятий:

- фронтальная;
- по циклам;
- индивидуальная;

– смешанная (комбинированная).

При проведении лабораторных работ используют три подхода к их выполнению:

– на основе рецептурных действий обучающихся, когда они проявляют умение работать преимущественно в стандартных условиях, отраженных в руководстве по лабораторному практикуму;

– на основе частично поисковых действий, когда обучающиеся могут действовать достаточно самостоятельно, решать несложные творческие задачи при подсказке или непосредственном руководстве преподавателя;

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

**Самостоятельная работа обучающихся** предполагает аудиторную и внеаудиторную формы организации.

Основными видами самостоятельной работы обучающихся без участия педагогического работника являются: формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.); подготовка к занятиям; составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний и т.п.; текущий самоконтроль, выполнение курсовой 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 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, формули-

Вид учебной работы	Организация деятельности обучающегося
	<p>ровки, обобщения; помечать 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.</p>
Практические занятия	<p>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.</p>
Лабораторные работы	<p>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.</p>
Изучение дополнительной литературы и самостоятельное формирование конспекта	<p>Ознакомление с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующих для запоминания и являющихся основополагающими в конкретной теме. Составление аннотаций к прочитанным источникам и др. Рефлексия собственных достижений</p>
Выполнение курсовой работы	<p>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 написания теоретического раздела/решения практических задач, проведение расчетов по исходным данным и анализ полученных значений, формулирование выводов по полученным результатам. Выполненная работа передается преподавателю на проверку. При необходимости осуществляется доработка отдельных частей работы с учетом требований и замечаний преподавателя.</p>
Подготовка к экзамену	<p>При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу, шкалу оценивания и др.</p>

## 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
ОПК 3.1	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения отдельных разделов РГР.	Контрольные вопросы к экзамену и собеседованию по результатам выполненной РГР, экзаменационные задачи
ОПК 3.2	Вопросы для устного экспресс-опроса перед практическими занятиями. Оценка адекватности полученных результатов по итогам решения практических задач и выполнения отдельных разделов РГР.	Контрольные вопросы к экзамену и собеседованию по результатам выполненной РГР, 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 или вопросов-тестов, выполнил и успешно защитил практические работы, показал отличное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «отлично» (максимальный уровень освоения компетенций);

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

- обучающийся ответил правильно на 60-74% заданных вопросов или вопросов-тестов, выполнил и защитил практические работы со значительными замечаниями, показал удовлетворительное владение навыками применения полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала и т.д. – «удовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций);

- обучающийся ответил правильно на менее, чем 60% заданных вопросов или вопросов-тестов, не выполнил все или выполнил часть практических работ, не защитил или защитил их со значительными замечаниями, при выполнении задания обучающийся не продемонстрировал уровень самостоятельного владения умениями и навыками при решении профессиональных задач в рамках

усвоенного учебного материала и т.д. – «неудовлетворительно» (минимальный уровень освоения компетенций не достигнут).

– Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине представлены в таблице 14.

–

– Таблица 14 – Критерии и шкала оценки РГР по дисциплине

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

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

### 12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

При проведении промежуточной аттестации обучающихся в форме экза-

мена используется шкала оценивания, представленная в таблице 15.

Таблица 15 – Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся

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

## 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, гражданской ответственности, 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 направ-

ленна 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.