

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Теплофизика

направление подготовки (специальность):

20.03.01- Техносферная безопасность

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01–Техносферная безопасность, утвержденного приказом № 680, от 25.05.20
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, по профилю подготовки 20.03.01–Техносферная безопасность,
- введенного в действие в 2021 году

Составитель : доктор техн. наук, профессор  - (Т.Н. Ильина)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Безопасность жизнедеятельности

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (А.Н.Лопанов)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Теплогазоснабжения и вентиляции

« 14 » мая 2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (В.А. Уваров)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 14 » мая 2021 г., протокол № 12

Председатель: канд. техн. наук, доцент  (А.Ю. Феоктистов)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Применение фундаментальных знаний в профессиональной деятельности	ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ОПК- 1.1. Решает типовые задачи по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей) с использованием современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные законы термодинамики, тепло-и массообмена. Уметь: рассчитывать основные параметры газов и газовых смесей при изменении их состояния, вычислять работу газа Владеть: навыками использования математического аппарата для теоретического и экспериментального исследования тепловых процессов с учетом их техносферной безопасности

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

- 1. Компетенция** _ ОПК- 1.1. Решает типовые задачи по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей) с использованием современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины ¹
1	Философия
2	Русский язык и культура речи

3	Правоведение
4	Математика
5	Физика
6	Химия
7	Ноксология
8	Инженерная графика
9	Компьютерная графика
10	Экология
11	Информатика
12	Теплофизика
13	Электроника и электротехника
14	Теория горения и взрывов
15	Физико-химия дисперсных систем и поверхностных явлений
16	Медико-биологические основы безопасности
17	Производственная санитария и гигиена труда

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часа.

Форма промежуточной аттестации зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы ²	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	36	36
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации ³	2	2
Самостоятельная работа студентов,	72	72

включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:		
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	63	63
Экзамен		

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Основные законы идеальных газов. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения.					
	Термодинамическая система. Рабочие тела и требования к ним. Внутренняя энергия и ее свойства. Теплота и работа. P - V диаграмма процессов рабочих тел. Аналитическое выражение 1 закона термодинамики. Энтальпия. Теплоемкость идеальных газов. Зависимость теплоемкости от характера термодинамического процесса и температуры. Уравнение Майера. Теплоемкость газовых смесей. Понятие об энтропии. Вычисление изменения энтропии рабочего тела. T - S диаграмма и ее применение	4		5	15
2. Процессы изменения состояния идеальных газов. Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.					
	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы и их исследование. Сущность, основные формулировки и аналитические выражения II закона термодинамики. Свойства реальных газов. Водяной пар, основные понятия и определения. Процессы парообразования в P - V и T - S диаграммах. Влажный воздух, основные понятия, определения, свойства. Абсолютная и относительная влажность, влагосодержание. I - d диаграмма влажного воздуха. Основные процессы влажного воздуха	4		5	16

3. Процессы истечения и дросселирования газов и паров. Циклы паросиловых установок.					
	Уравнение 1 закона термодинамики для газового потока. Адиабатное истечение идеального газа из сужающегося сопла. Процесс дросселирования идеальных и реальных газов. Прямой и обратный обратимый цикл Карно. Термический и холодильный коэффициенты циклов. Цикл Ренкина.	4		3	16
4. Тепловые и массообменные процессы.					
	Виды теплообмена. Физические основы процессов теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, его зависимость от структуры, свойств материала и параметров среды. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи, его определение. Основные критерии подобия и критериальные уравнения для расчета коэффициента теплоотдачи. Природа и основные законы теплового излучения. Сложный теплообмен. Уравнение теплопередачи. Теплопередача через однослойные и многослойные плоские цилиндрические стенки. Теплообменные аппараты. Общие понятия теории массообмена, их аналогия с теплообменом. Основные уравнения массопроводности, массоотдачи. Совместное действие процессов тепло и массообмена.	5		4	16
	Итого:	17		17	63
	ИДЗ				9
	Консультации				2
	Всего	17		17	74

4.2. Перечень практических (семинарских) занятий.

Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	Основные законы идеальных газов. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения	Методы измерения теплотехнических величин. Определение удельного объема газа Определение изобарной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении, контрольная работа, защита лабораторных работ	5	15
2	Процессы изменения состояния идеальных газов. Второй закон термодинамики. Ре-	Исследование процессов во влажном воздухе. Построение и расчет процессов на i-d диаграмме. Определение требуемого количества теплоты для нагревания	5	16

	альные газы. Водяной пар. Влажный воздух.	воздуха в холодный период и холода для охлаждения воздуха в теплый период.		
3	Процессы истечения и дросселирования газов и паров. Циклы паросиловых установок.	Определение действительного расхода воздуха при истечении через суживающееся сопло. Контрольная работа, защита лабораторной работы	3	16
4	Тепловые и массообменные процессы.	Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции. Расчет критериев подобия, сравнение расчетных значений коэффициентов теплообмена с экспериментом.	4	16
ИТОГО:			17	63

4.4. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

(не предусмотрено учебным планом).

4.5. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Индивидуальное домашнее задание.

Цель задания: Приобретение практических навыков по формулированию основных законов термодинамики и законам теплообмена, их анализу и использованию для принятия решений.

Структура работы. Теоретическое задание, включающее темы рефератов. Практическое задание – это решение задач по рассматриваемым разделам (процессы изменения состояния воздуха, расчет теплопроводности, теплопередачи, лучистый теплообмен).

Оформление индивидуального домашнего задания. ИДЗ предоставляется преподавателю для проверки в двух видах: отчет, на бумажных листах в формате А4, и в виде файлов, содержащих решение практических заданий. Решение задач ИДЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи ИДЗ определяется преподавателем.

Типовые варианты заданий

Вариант 1 (термодинамика)

1.1. Разрежение в газоходе парового котла, измеряемое тягомером, равно $P_{\text{мм вод. ст.}}$. Определить абсолютное давление газов, если показание барометра 730 мм рт. ст., и выразить его в МПа.

1.2. В закрытом сосуде объемом V находится воздух при давлении $P_1=0,8$ МПа и температуре $t_1=20^\circ\text{C}$. Какое количество теплоты необходимо подвести для того, чтобы температура воздуха поднялась до $t_2=120^\circ\text{C}$?

1.3. Какое количество теплоты необходимо затратить, чтобы нагреть V м³ воздуха при постоянном избыточном давлении $P = 2$ ат. от $t_1 = 120^\circ\text{C}$ до $t_2 = 450^\circ\text{C}$? Какую работу при этом совершит воздух?

Атмосферное давление принять равным 750 мм рт. ст.

№ задачи	Значение	№ варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
3.1	$P, \text{ мм вод. ст.}$	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33
3.2	$V, \text{ л}$	300	350	400	450	500	560	600	650	700	750
3.3	$V, \text{ м}^3$	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8

Вариант 2 (Реальные газы)

2.1 Манометр парового котла показывает давление P , бар. Показания барометра 776 мм.рт.ст.

Считая пар сухим насыщенным, определить его температуру, удельный объем и энтальпию.

2.2 Найти давление, удельный объем и плотность воды, если она находится в состоянии кипения и температура её равна t .

2.3 Определить влагосодержание воздуха при температуре $t^{\circ}\text{C}$ и барометрическом давлении $P_{\text{бар}} = 735$ мм. рт. ст, если относительная влажность воздуха $\varphi = 60\%$.

2.4 Состояние влажного воздуха характеризуется температурой $t = 25^{\circ}\text{C}$ и относительной влажностью $\varphi\%$. Барометрическое давление, при котором находится воздух, равно 745 мм рт. ст. Найти парциальное давление пара в воздухе и его влагосодержание. Найти на диаграмме i, d точку, соответствующую состоянию воздуха, определить из диаграммы d и сравнить с результатом решения.

Вариант 3 (Теплообмен)

3.1 Плоскую поверхность с температурой t_1 необходимо изолировать так, чтобы потери теплоты не превышали значения теплового потока равногод, при температуре на внешней поверхности изоляции t_2 . Найти толщину слоя изоляции, если его коэффициент теплопроводности равен λ .

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t_1, C	620	580	530	470	400	350	280	250	200	150
t_2, C	50	49	47	45	43	41	40	39	35	20
$q, \text{Вт/м}^2$	450	300	400	350	450	200	200	150	125	50
$\lambda, \text{Вт/(м К)}$	0,1	0,13	0,2	0,15	0,29	0,29	0,24	0,12	0,29	0,11

3.2. Оконная рама состоит из двух слоев стекла толщиной по X мм каждый. Между стеклами находится слой сухого неподвижного воздуха толщиной Y мм со средней температурой t_b . Площадь поверхности окна $F \text{ м}^2$. Определить потерю теплоты теплопроводностью через окно, если разность температур равна Δt .

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$X, \text{мм}$	5	2	6	3	5	4	6	3	2	5
$Y, \text{мм}$	4	8	4	7	6	7	3	4	5	2
t_b, C	2	-1	1	0	0	0	-1	2	1	0
$F, \text{м}^2$	7	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	3,5	2
$\Delta t, \text{C}$	30	29	27	26	25	24	23	22	21	20

3.3 Определить поверхность нагрева рекуперативного теплообменника при прямоточном и противоточном движении теплоносителей. Теплоносителем является газ начальной температурой t_1 и конечной t_2 . Необходимо нагреть некоторый объем воздуха при нормальных физических условиях G от t_3 до t_4 . Принять коэффициент теплопередачи 20 $\text{Вт/(м}^2\text{К)}$, теплоемкость воздуха постоянной.

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
t_1, C	650	640	630	620	610	600	590	580	570	560
t_2, C	250	350	275	325	300	225	400	375	200	350
t_3, C	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
t_4, C	180	185	190	240	230	220	210	200	190	180
$G, \text{тыс. м}^3/\text{ч}$	20	25	30	35	40	21	32	39	41	25

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ОПК-1. Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК- 1.1. Решает типовые задачи по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей) с использованием современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности.	Зачет, защита лабораторной работы, ИДЗ, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные законы идеальных газов. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения	<p>1. Идеальные газы – это газы, в которых:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) размеры молекул соизмеримы с расстояниями между ними; б) между молекулами действуют силы притяжения и отталкивания; в) размеры молекул пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием между ними; г) между молекулами действуют силы электрического взаимодействия; д) между молекулами отсутствуют силы притяжения и отталкивания. <p>2. Какова размерность газовой постоянной R в системе СИ:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Вт; б) м/с; в) м/с²; г) Дж/(кг·К); д) Вт/(м·К). <p>3. Газовая смесь – это смесь нескольких газов:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) химически взаимодействующих; б) электрически взаимодействующих; в) механическая смесь без химического и электрического взаимодействия <p>4. По закону Дальтона общее давление газовой смеси равно:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) сумме произведений теплоёмкостей компонентов на их объёмные доли; б) сумме парциальных давлений всех компонентов; в) сумме квадратов парциальных давлений компонентов; г) сумме произведений давлений всех компонентов на их плотности. <p>5. Согласно первому закону термодинамики:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) подведенная к рабочему телу механическая энергия расходуется на совершение телом внешней работы; б) подведенная к рабочему телу тепловая энергия идет на изменение только внутренней энергии;

		<p>в) подведенное к рабочему телу тепло расходуется на изменение внутренней энергии и совершение телом внешней работы;</p> <p>г) подведенная к рабочему телу тепловая энергия расходуется на совершение механической работы.</p> <p>67. Удельная теплоёмкость газа определяет количество тепла:</p> <p>а) подводимого к данному количеству газа;</p> <p>б) отводимого от данного количества газа;</p> <p>в) идущего на совершение работы газа;</p> <p>г) необходимого для повышения температуры единицы количества газа на 1°</p>
2	<p>Термодинамические основы работы компрессорных машин</p> <p>Процессы изменения состояния идеальных газов. Круговые процессы. Второй закон термодинамики.</p>	<p>1. В изотермическом процессе все сообщаемое газу тепло расходуется:</p> <p>а) на изменение внутренней энергии;</p> <p>б) на совершение механической работы;</p> <p>в) на изменение энтальпии.</p> <p>2. Адиабатным процессом называется процесс, протекающий:</p> <p>а) при постоянном давлении;</p> <p>б) без теплообмена с внешней средой;</p> <p>в) без совершения механической работы;</p> <p>г) при постоянной температуре;</p> <p>д) при постоянном объеме.</p> <p>3. Зависимость между давлением и объемом газа в политропном процессе выражается соотношением:</p> <p>а) $\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_1}{v_2}$; б) $\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2$; в) $\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k$; г) $\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^n$;</p> <p>4. Прямым циклом называется цикл, в результате совершения которого:</p> <p>а) работа преобразуется в тепло;</p> <p>б) теплота преобразуется в работу;</p> <p>в) теплота преобразуется с более низкого на более высокий температурный уровень;</p> <p>г) эффективность цикла оценивается холодильным коэффициентом.</p>
3	<p>Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух</p>	<p>1. Водяной пар и его значение в теплотехнике. Основные понятия и определения. P-V диаграмма водяного пара.</p> <p>2. Исследование процесса парообразования в T-S диаграмме.</p> <p>3. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Критическая точка и ее параметры.</p> <p>4. Определение параметров кипящей жидкости и сухого насыщенного пара по расчетным формулам, таблицам и i-S диаграмме.</p> <p>5. Влажный воздух как смесь идеальных газов. Определение влагосодержания, относительной влажности и точки росы.</p> <p>6. i-d диаграмма влажного воздуха, принципы построения, характерные особенности, определение параметров, расчет процессов.</p>
4	<p>Процессы истечения и дросселирования газов и паров. Циклы паросиловых установок.</p>	<p>1. Уравнение первого закона термодинамики для газового потока.</p> <p>2. Сопла и диффузоры, их назначение и принцип действия.</p> <p>3. Располагаемая работа при истечении газов и паров.</p> <p>4. Определение скорости и массового расхода для истечения газов и паров из суживающегося сопла. Критическое отношение давлений.</p> <p>5. Истечение идеального газа. Сопло Лаваля.</p> <p>6. Процесс дросселирования газов и паров, его физическая сущность и уравнение. Изменение параметров в процесса дросселирования.</p> <p>7. Цикл Ренкина, его практическое значение.</p>
5	<p>Тепловые и массообменные процессы.</p>	<p>1. Общая характеристика основных видов теплообмена.</p> <p>2. Теплопроводность, основные понятия и определения. Закон Фурье.</p>

		<p>3. Теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке тепловой поток, тепловая проводимость, термическое сопротивление стенки.</p> <p>4. Теплопроводность в многослойной цилиндрической стенке - линейная плотность теплового потока, термическое сопротивление стенки.</p> <p>5. Конвективный теплообмен – физическая сущность, основные понятия и определения. Закон Ньютона – Рихмана. Коэффициент теплоотдачи и его определение</p> <p>6. Характеристика основных критериев подобия процессов конвективного теплообмена (чисел Прандтля, Рейнольдса. Грасгофа, Нуссельта), их физический смысл и применение в тепловых расчетах.</p> <p>7. Природа лучистого теплообмена, основные законы.</p> <p>8. Сложный теплообмен.</p> <p>9. Теплопередача, основные понятия и определения. Коэффициент теплопередачи, сопротивление теплопередачи и их определение.</p> <p>10. Виды теплообменников, основы расчета и подбора.</p> <p>11. Массообменные процессы, основные уравнения, их практическое применение.</p>
--	--	---

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

1. Газ массой 20 кг подогревается от $t_1 = 100^{\circ}\text{C}$ до $t_2 = 600^{\circ}\text{C}$; средняя массовая теплоёмкость газа $c_x = 0,7 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Рассчитать количество сообщенного тепла Q , кДж.
2. Давление в паровом котле $P=0,4$ бара при атмосферном давлении 725 мм рт. ст. Чему будет равно избыточное давление в котле, если показание барометра повысится до 785 мм рт. ст.
3. В закрытом сосуде объемом 500 м^3 при давлении $P=0,8 \text{ Мпа}$ и температуре 20 градусов. Какое количество теплоты необходимо подвести, чтобы температура воздуха поднялась до 120 градусов. Теплоёмкость воздуха $c_x = 1,01 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.
4. 1 кг воздуха совершает цикл Карно в пределах температур $t_1 = 627^{\circ}\text{C}$ и $t_2 = 27^{\circ}\text{C}$. Рассчитать термический КПД цикла η_t
5. Для сушки используют воздух при температуре 20 градусов относительной влажности 60 %. В калорифере его подогревают до температуры 95 градусов и направляют в сушилку, откуда он выходит при температуре 35 градусов. Вычислить конечное влагосодержание воздуха, расход воздуха и тепла на 1 кг испаренной влаги.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Лабораторные работы. В лабораторных работах рассмотрены методы измерения теплотехнических величин и обработка полученных результатов. Требования к выполнению лабораторной работы определены в методических указаниях из списка основной литературы пункта 8 рабочей программы дисциплины. В практикуме представлен перечень работ, указаны цель и

задачи, даны необходимые теоретические и методические указания к работе, варианты контрольных вопросов, выносимых на допуск к выполнению лабораторных работ.

Перед выполнением работы проводится собеседование преподавателя со студентами для определения наличия необходимых знаний. Приметный перечень вопросов представлен ниже в таблице. Результат выполнения работы является основным критерием для получения зачета.

№	Название лабораторной работы	Примерные вопросы
1.	Лабораторная работа 1. Определение поля температур в помещении	1. Что изучает теплотехника? 2. Основные термодинамические параметры рабочего тела, единицы их измерения? 3. Какие свойства тел положены в основу работы приборов для измерения температуры? 4. Принцип действия приборов для измерения температуры? 5. Соотношение между единицами измерения?
2.	Лабораторная работа 2. Измерения и средства измерения давления	1. Что изучает теплотехник? 2. Основные термодинамические параметры рабочего тела, единицы их измерения? 3. Принцип действия приборов для измерения давления? 4. Соотношение между единицами измерения давления?
3.	Лабораторная работа № 3. Определение относительной влажности атмосферного воздуха	1. Что такое относительная влажность? 2. Методы измерения относительной влажности? 3. i-d диаграмма влажного воздуха. 4. Определение температуры точки росы и мокрого термометра на диаграмме. 5. Расчет процессов изменения состояния влажного воздуха с помощью i-d диаграммы.
4.	Лабораторная работа № 4 Определение удельного объема газа	1. Удельный объем газа, его размерность? 2. Уравнение Клапейрона – Менделеева для произвольной массы газа? 3. Физический смысл удельной газовой постоянной, связь с газовой постоянной 4. Закон Авогадро 5. Закон Дальтона 6. Изопроцессы идеальные газы в pV- и Ts- координатах.
5.	Лабораторная работа №5 Определение изобарной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении	1. Определение понятия теплоемкости газов 2. Разница между истинной и средней теплоемкостями 3. Классификация теплоемкости в зависимости от единицы вещества и характера термодинамического процесса 4. Связь между изобарной и изохорной теплоемкостями (уравнение Майера) 5. Понятие о внутренней энергии, энтальпии, работе. 6. Первый закон термодинамики.

Критерии оценивания лабораторной работы.

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Цель, поставленная студенту, выполнена полностью. Выполнены все задания, указанные в работе. Студент в полном объеме владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Четко знает всю последовательность выполнения работы. Правильно подбирает методику Грамотно и понятно оформляет отчет о проведенной работе. Формирует полный, четкий и соответствующий целям и задачам вывод по работе. Полностью выполняет требования технике безопасности.

не зачтено	Цель, поставленная студенту, не достигнута. Выполнена часть заданий или задания не выполнены полностью. Студент плохо владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Пугает последовательность или выполняет не все этапы работы. Неправильно определяет необходимые параметры и размеры. Небрежно оформляет отчет о проделанной работе, упускает важные моменты в отчете. Сформированный вывод о проделанной работе не соответствует или частично соответствует поставленной цели и задачам. Нарушает требования технике безопасности.
------------	--

Промежуточный контроль проводится в конце семестра изучения дисциплины в форме контрольной работы и зачета

Критерии оценивания ИДЗ

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Задача, поставленная в контрольной работе решена. В процессе решения задачи отсутствуют ошибки или они носят технический характер. В решении присутствует полная или сокращенная методика определения необходимых конструктивных, технологических и прочностных параметров. Правильно выбраны необходимые справочные параметры и даны их обоснования. Грамотно и четко сделан вывод по каждой работе.
не зачтено	Задача, поставленная в контрольной работе не решена. В процессе решения задачи присутствуют грубые ошибки, нарушена методика и последовательность расчетов. В процессе решения использована неправильная методика определения необходимых конструктивных, технологических и прочностных параметров. Выбраны неправильные справочные материалы, либо они полностью отсутствуют. Вывод по работе отсутствует, либо сформулирован неправильно, не затрагивая цель поставленной задачи.

Критерии оценивания зачета

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	показывает глубокие и полные знания по рассматриваемым вопросам; хорошо ориентируется в поставленных вопросах, четко и логично формирует на них ответ; демонстрирует понимание важности приобретенных знаний и умений для будущей профессиональной деятельности; свободно владеет терминами и определениями курса дисциплины; демонстрирует высокие знания, соединяя при ответе знания из разных разделов, добавляя комментарии, пояснения, обоснования; отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ дополнительными примерами; демонстрирует различные формы умственной деятельности: анализ, синтез, сравнение, обобщение и т.д.; владеет аргументированной, грамотной, лаконичной, доступной и понятной речью при общении.
не зачтено	показывает недостаточные знания по поставленным вопросам; очень плохо ориентируется в поставленных вопросах, дает неправильный и необоснованный ответ на поставленные вопросы; не демонстрирует понимание необходимости знаний и умений для будущей профессиональной деятельности; не владеет терминами и определениями курса дисциплины; демонстрирует очень низкое качество знания конкретного материала, не основываясь на информации основных разделов и тем дисциплины; отвечая на вопрос, не дополняет графическим или иным материалом; при ответе не применяет логику, сравнение, обобщение и т.д.; не грамотно, не подготовлено ставит свою речь при общении.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик, умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания
	Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по моделированию критических процессов, выборе методики решения инженерных задач
	Умение проверять решения и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования трудовых действий

Зачет преподавателем выставляется с учётом всех показателей и критериев оценивания.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущей и промежуточной аттестации ГК №312, 313, 314.	Специализированная мебель. Информационные стенды по теплогазоснабжению. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук, информационные стенды,
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий по теплотехнике практических занятий и для самостоятельной работы ГК №314, №310, 007.	Лабораторные стенды, информационные стенды по теплотехнике. Интерактивная доска, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук,

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Наименование Электронно-библиотечной системы (ЭБС)	Принадлежность/доступность	Адрес сайта	Наименование организации-владельца, реквизиты договора на использование

1	2	3	4	5
1	Электронно-библиотечная система издательства «Лань»	Сторонняя/индивидуальный неограниченный доступ по сети интернет	http://e.lanbook.com	ООО «Издательство Лань» Контракты №3261000041130001620003147-01 от 27/08/2013г. и №03261000041140000770003147-01 от 11/08/2014г. до 01/09/2015г.
2	Электронная библиотека (на базе ЭБС «БиблиоТех»)	Собственная/индивидуальный неограниченный доступ по сети интернет	http://ntb.bstu.ru	ФГБОУВО БГТУ им. «В.Г. Шухова»
3	Электронно-библиотечная Система "КнигаФонд"	Сторонняя/100 точек доступа по сети интернет	http://www.kni2afund.ru	ООО "Центр цифрового дистрибуции" Контракт №326-13к от 26/07/2013г. до 31/08/2014г.

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Теплообмен: учебное пособие – О.Н. Брюханов, С.Н. Шевченко, 2005.
2. Лекции по теплотехнике конспект лекций. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2011.— 532 с
3. Прибытков И.А. Теоретические основы теплотехники: учебник / И.А. Прибытков, И.А. Левицкий, 2004.
4. Теплопередача / под ред. В.С. Чередниченко. – Новосибирск: НГТУ, 2004.
5. Ильина Т.Н. Теплофизика: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 117с.
6. Ильина Т.Н., Семиненко А.С., Киреев В.М. Примеры расчетов тепло- и массообменных процессов: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 144 с.
7. Теплоэнергетика и теплотехника: справочник. В 4-х кН. – под общ. Ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина, 2003.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://www.iprbookshop.ru/17063>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. <http://www.iprbookshop.ru/6350>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
3. <http://www.iprbookshop.ru/22626>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. <http://www.iprbookshop.ru/21604>.— ЭБС «IPRbooks», по парол

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ⁴

Рабочая программа утверждена на 202⁴ /202____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями⁵

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20 ____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

⁴ Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

⁵ Нужно подчеркнуть