

1

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

В.А.Уваров

2015 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины (модуля)

**Теплотехника**

направление подготовки (специальность):

**20.05.01 –Пожарная безопасность**

Направленность программы (профиль, специализация):

20.05.01 –Пожарная безопасность

Квалификация

Специалист

Форма обучения

очная


Институт: Архитектурно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2015

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования специальности по направлению подготовки 20.05.01 – Пожарная безопасность (уровень высшего образования специалитет), утвержденного приказом № 851 от 21 августа 2015г
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2015\_ году.

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

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

защиты в чрезвычайных ситуациях

Заведующий кафедрой: проф.  (В.Н. Шульженко.),

« 7 » 10 2015\_г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

теплогазоснабжения и вентиляции

« 12 » 10 2015\_г., протокол № 3/1

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 13 » 10 2015\_г., протокол № 4

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

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Общепрофессиональные			
1	ОПК-1	способностью решать задачи профессиональной деятельности на основе информационной культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> закономерности основных термодинамических процессов изменения состояния газов и паров; основные законы теплообмена.</p> <p><b>Уметь:</b> производить расчет параметров и процессов изменения состояния водяного пара, влажного воздуха с помощью расчетных формул, а также с применением информационно-коммуникационных технологий.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью к решению задач профессиональной деятельности с учетом основных требований информационной безопасности.</p>
Профессиональные			
1	ПК-21	способностью принимать с учетом норм экологической безопасности основные технические решения, обеспечивающие пожарную безопасность зданий и сооружений, технологических процессов производств, систем отопления и вентиляции, применения электроустановок.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать</b> основные законы термодинамики; термодинамические функции состояния и свойства рабочих веществ: идеального газа, газовой смеси, реального газа, влажного воздуха; принцип работы тепловых установок, холодильных машин и тепловых насосов .</p> <p><b>Уметь:</b> вычислять работу газа и количество сообщенного тепла в различных термодинамических процессах.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками по применению закономерностей термодинамики и теплообмена при решении вопросов пожарной защиты, а также безопасной эксплуатации тепловых установок в различных технологиях, а также в системах отопления и вентиляции.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высшая математика
2	Физика
3	Химия
4	Гидравлика

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теория горения и взрыва
2	Физико-химические основы развития и тушения пожаров
3	Пожарная техника
4	Государственный пожарный надзор

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	51	51
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	17	17
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	93	93
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	48	48
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	36

#### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Наименование тем, их содержание и объем

##### Курс 3 Семестр № 5

№ п/п	Тема лекции (краткое содержание лекции)	К-во лекционных часов	Объем на тематический раздел, час		
			Практические и др. занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
<b>1. Основные понятия и определения теплотехники. Уравнения состояния идеальных газов.</b>					
1	Термодинамическая система. Рабочие тела и требования к ним. Основные термодинамические параметры состояния рабочего тела. Уравнение состояния и основные законы идеального газа. <i>Смеси рабочих тел</i> . Закон Дальтона.	2	2	2	4
<b><u>2. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения</u></b>					
2	Внутренняя энергия и ее свойства. Теплота и работа. Аналитические выражения первого закона термодинамики. Энтальпия. <i>Теплоемкость</i> . 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	2	2	2	6
<b>3. Термодинамические процессы и циклы.</b>					
3	Процессы изменения состояния идеальных газов Термодинамические процессы и циклы. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропные процессы.	2	2		4
<b><u>4. Круговые процессы. Второй закон термодинамики</u></b>					
	Термодинамическая обратимость процессов. Цикл Карно и его значение. Сущность, основные формулировки и аналитические выражения II закона термодинамики. Максимальная работа и потеря полезной работы.	2	1		6

<b>5. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух. Истечение газов</b>					
1.	<i>Термодинамика потоков.</i> Располагаемая работа. Адиабатное истечение идеального газа из суживающегося сопла.	2	2	4	10
2	<i>Реальные газы и пары.</i> Процесс дросселирования идеальных и реальных газов. Его сущность и уравнение. Эффект Джоуля-Томсона. Паросиловые установки (ПСУ), принципиальная схема, рабочие параметры, цикл Ренкина. Основы теплофикации	2	2		
<b>6. Циклы холодильных установок и тепловых насосов</b>					
	<i>Теплогенерирующие устройства, холодильная и криогенная техника. Фазовые переходы.</i> Принципиальные схемы и циклы парокompрессионной и адсорбционной холодильных установок. Принцип действия теплового насоса. <i>Применение теплоты в отрасли</i>	1	2	2	6
<b>7. Тепловые и массообменные процессы</b>					
1	<i>Теория теплообмена.</i> Виды теплообмена. <i>Теплопроводность,</i> закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. <i>Конвекция.</i> Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи, его определение. <i>Излучение.</i> Лучистый теплообмен между газом и окружающими его стенками. Сложный теплообмен.	2	2	5	12
2	<i>Теплопередача, интенсификация теплообмена.</i> Массообменные процессы. Основные понятия. <i>Тепломассообменные устройства.</i>	2	2		
	ИДЗ				9
	Экзамен				36
	ИТОГО	17	17	17	93

#### 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	<b>Основные законы идеальных газов.</b>	Практическое применение основных законов идеального газа. Расчет теплоемкости газов и газовых смесей.	5	5

2	<b>Термодинамические процессы и циклы.</b>	Расчет параметров изопробов. Определение работы, количества теплоты, изменение энтропии.	1	1
2	<b>Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух</b>	Исследование процессов во влажном воздухе. Построение и расчет процессов на i-d диаграмме. Определение параметров водяного пара и влажного воздуха с помощью диаграмм.	4	5
3	<b>Циклы холодильных установок и тепловых насосов</b>	Построение и расчет процессов в пароконденсационной холодильной установке. Расчет холодильного и отопительного коэффициентов.	2	4
4	<b>Тепловые и массообменные процессы.</b>	Расчет тепловых процессов передачи тепла конвекцией и излучением. Примеры расчета массообменных процессов. Определение коэффициента теплоотдачи с помощью критериев подобия.	5	8
ИТОГО:			17	23

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 4				
1	<b>Основные законы идеальных газов. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения</b>	Методы измерения теплотехнических величин и обработки полученных результатов. Определение поля температур в помещении. Давление, приборы и единицы измерения давления. Защита лабораторных работ	5	6
2	<b>Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух</b>	Исследование процессов во влажном воздухе. Определение относительной влажности атмосферного воздуха, Построение и расчет процессов на i-d диаграмме. Защита лабораторных работ	4	8
3	<b>Истечение газов.</b>	Определение удельного объема газа. Контрольная работа, защита лабораторной работы	2	4
4	<b>Циклы холодильных установок и тепловых насосов</b>	Испытание холодильной пароконденсационной установки. Защита лабораторной работы	4	4
4	<b>Тепловые процессы.</b>	Определение изобарной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении. Защита лабораторных работ	2	3
ИТОГО:			17	25

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	<b>Основные законы идеальных газов. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения</b>	<p>1. Идеальные газы – это газы, в которых:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) размеры молекул соизмеримы с расстояниями между ними;</li> <li>б) между молекулами действуют силы притяжения и отталкивания;</li> <li>в) размеры молекул пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием между ними;</li> <li>г) между молекулами действуют силы электрического взаимодействия;</li> <li>д) между молекулами отсутствуют силы притяжения и отталкивания.</li> </ul> <p>2. Какова размерность газовой постоянной <math>R</math> в системе СИ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) Вт; б) м/с; в) м/с<sup>2</sup>; г) Дж/(кг К); д) Вт/(м К).</li> </ul> <p>3. Газовая смесь – это смесь нескольких газов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) химически взаимодействующих;</li> <li>б) электрически взаимодействующих;</li> <li>в) механическая смесь без химического и электрического взаимодействия</li> </ul> <p>4. По закону Дальтона общее давление газовой смеси равно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) сумме произведений теплоёмкостей компонентов на их объёмные доли;</li> <li>б) сумме парциальных давлений всех компонентов;</li> <li>в) сумме квадратов парциальных давлений компонентов;</li> <li>г) сумме произведений давлений всех компонентов на их плотности.</li> </ul> <p>5. Согласно первому закону термодинамики:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) подведенная к рабочему телу механическая энергия расходуется на совершение телом внешней работы;</li> <li>б) подведенная к рабочему телу тепловая энергия идет на изменение только внутренней энергии;</li> <li>в) подведенное к рабочему телу тепло расходуется на изменение внутренней энергии и совершение телом внешней работы;</li> <li>г) подведенная к рабочему телу тепловая энергия расходуется на совершение механической работы.</li> </ul> <p>6. Газ массой 20 кг подогревается от <math>t_1 = 100^\circ\text{C}</math> до <math>t_2 = 600^\circ\text{C}</math>; средняя массовая теплоёмкость газа <math>c_x = 0,7</math> кДж/(кг К). Количество сообщённого газу тепла <math>Q</math>, кДж равно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) 2000; б) 10000; в) 5000; г) 7000; д) 4000.</li> </ul> <p>7. Удельная теплоёмкость газа определяет количество тепла:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) подводимого к данному количеству газа;</li> <li>б) отводимого от данного количества газа;</li> <li>в) идущего на совершение работы газа;</li> <li>г) необходимого для повышения температуры единицы количества газа на <math>1^\circ</math></li> </ul>
2	<b>Процессы изменения состояния идеальных газов. Круговые процессы. Второй закон термодинамики.</b>	<p>1. В изотермическом процессе все сообщаемое газу тепло расходуется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) на изменение внутренней энергии;</li> <li>б) на совершение механической работы;</li> <li>в) на изменение энтальпии.</li> </ul> <p>2. Адиабатным процессом называется процесс, протекающий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>а) при постоянном давлении;</li> <li>б) без теплообмена с внешней средой;</li> <li>в) без совершения механической работы;</li> <li>г) при постоянной температуре;</li> </ul>



		<p>д) при постоянном объеме.</p> <p>3. Зависимость между давлением и объемом газа в политропном процессе выражается соотношением:</p> <p>а) <math>\frac{p_1}{p_2} = \frac{v_1}{v_2}</math>; б) <math>\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^2</math>; в) <math>\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^k</math>; г) <math>\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^n</math>;</p> <p>4. Прямым циклом называется цикл, в результате совершения которого:</p> <p>а) работа преобразуется в тепло;          б) теплота преобразуется в работу;          в) теплота преобразуется с более низкого на более высокий температурный уровень;          г) эффективность цикла оценивается холодильным коэффициентом.</p> <p>5. 1 кг воздуха совершает цикл Карно в пределах температур <math>t_1 = 627^\circ\text{C}</math> и <math>t_2 = 27^\circ\text{C}</math>. Термический КПД цикла <math>\eta_t</math> равен:</p> <p>а) 0,235; б) 0,667; в) 0,451; г) 1,521; д) 0,827.</p>
3	<b>Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух</b>	<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	<b>Истечение газов.</b>	<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 Лавалья.</p> <p>6. Процесс дросселирования газов и паров, его физическая сущность и уравнение. Изменение параметров в процесса дросселирования.</p>
5	<b>Тепловые и массообменные процессы.</b>	<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>

		6. Характеристика основных критериев подобия процессов конвективного теплообмена (чисел Прандтля, Рейнольдса, Грасгофа, Нуссельта), их физический смысл и применение в тепловых расчетах. 7. Природа лучистого теплообмена, основные законы. 8. Сложный теплообмен. 9. Теплопередача, основные понятия и определения. Коэффициент теплопередачи, сопротивление теплопередачи и их определение. 10. Виды теплообменников, основы расчета и подбора. 11. виды и характеристика массообменных процессов.
--	--	--

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

Не предусмотрено учебным планом

## 5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Индивидуальное домашнее задание предусматривает получение навыков определения параметров воздуха, построение и расчет процессов изменения состояния влажного воздуха (нагрева и охлаждения) с помощью *i-d* диаграммы.

Расчет процессов теплопроводности, теплопередачи, поверхности теплообмена и подбор теплообменных аппаратов.

### Примеры заданий:

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

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

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

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

1.4 Состояние влажного воздуха характеризуется температурой  $t = 25$ °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.

Задача	Значение	№ варианта									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1.1	$P$ , бар	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6
1.2	$t$ , °C	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
1.3	$t$ , °C	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68
1.4	$\varphi$ , %	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48

2. Плоскую поверхность с температурой  $t_1$  необходимо изолировать так, чтобы потери теплоты не превышали значения теплового потока равного  $q$ , при температуре на внешней поверхности изоляции  $t_2$ . Найти толщину слоя изоляции, если его коэффициент теплопроводности равен  $\lambda$ .

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
$q$ , Вт/м <sup>2</sup>	450	300	400	350	450	200	200	150	125	50
$\lambda$ , Вт/(м К)	0.1	0.13	0.2	0.15	0.29	0.29	0.24	0.12	0.29	0.11

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  $20 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ , теплоемкость воздуха постоянной.

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_1, \text{C}$	650	640	630	620	610	600	590	580	570	560
$t_2, \text{C}$	250	350	275	325	300	225	400	375	200	350
$t_3, \text{C}$	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$t_4, \text{C}$	180	185	190	240	230	220	210	200	190	180
$G, \text{ м}^3/\text{ч}$	20000	25000	30000	35000	40000	21000	32000	39000	41000	25000

4. В прямоточном теплообменнике вода охлаждает жидкость. Расход воды и ее начальная температура  $G_1$  и  $t_1$ . Те же величины для жидкости соответственно  $G_2$  и  $t_2$ . Коэффициент теплопередачи  $K=20 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ , и поверхность теплообмена  $F$ . Теплоемкость жидкости

$C=3,0 \text{ кДж}/(\text{кг К})$ , воды  $C=4,19 \text{ кДж}/(\text{кг К})$ . Найти конечные температуры воды и жидкости, а также переданный тепловой поток, если принять линейное изменение температур теплоносителей по длине теплообменника.

параметр	вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$G_1, \text{ кг}/\text{с}$	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,3
$t_1, \text{C}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$G_2, \text{ кг}/\text{с}$	0,02	0,04	0,06	0,08	0,07	0,05	0,03	0,075	0,065	0,045
$t_2, \text{C}$	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141
$F, \text{ м}^2$	7,2	8,3	7	7,5	8	8,5	7,3	8,4	7,8	7,7

#### 5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрено учебным планом

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Ильина Т.Н., Семенов А.С. Основы гидравлики и теплотехники: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 169с.
2. Подпороинов Б.Ф., Ильина Т.Н. Теплотехника: Учебное пособие. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2008.-209с.
3. Ильина Т.Н., Семенов А.С., Киреев В.М. Примеры расчетов тепло и массообменных процессов. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2011.-144 с.
4. Подпороинов Б.Ф. Техническая термодинамика: Учебное пособие с грифом УМО.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2004.

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Ильина Т.Н. Теплофизика: учебное пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 117с.
2. Прибытков И.А., Левицкий И.А.. Теоретические основы теплотехники: учебник. – М.: АСАДЕМА, 2004.
3. Захаров А.А. Техническая термодинамика и теплотехника: Учебное пособие. М.: Академия, 2006

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918091493834900003800>  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919394525566000008951>  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919394525566000008951>  
<http://www.iprbookshop.ru/6350>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю  
<http://www.iprbookshop.ru/15931>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Кафедра имеет лабораторную базу и компьютерное обеспечение для проведения лабораторных занятий проведения презентаций.

Презентация «Тепловые насосы, принцип работы, типы тепловых насосов».

Лаборатория ГК 314:

- установка для определения удельного объёма газа,
- установка для определения теплоёмкости воздуха,
- установка для исследования процессов во влажном воздухе,
- установка для определения теплоотдачи отопительных приборов.

Лаборатория ГК 003: установка для определения режимов работы теплового насоса.

## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017 /2018 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «24» 05 2017 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение № 1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Целями освоения дисциплины являются формирование у студента компетенций в области законов термодинамики и теплообмена, получение представления о тепловых процессах и приобретение навыков расчета теплового оборудования и процессов.

Изучение дисциплины необходимо для понимания принципов расчета и конструирования теплотехнических устройств, теплообменных аппаратов, систем кондиционирования и вентиляции, а также безопасной работы теплотехнического оборудования.

Задачами дисциплины являются: освоение студентами основных теоретических законов термодинамики, уравнения теплообмена, применение законов термодинамики и теплообмена для расчета технических систем: создания микроклимата, а также различных технологических процессов.

Для теоретического изучения курса дисциплины студентами необходимо знать элементы высшей математики: дифференциальное исчисление одной или нескольких величин. Интегральное исчисление. Элементы теории вероятности. Студент должен иметь представление по основным понятиям физики: термодинамические функции состояния, элементы неравновесной термодинамики, кинетическую теорию газов, фазовые превращения и фазовые равновесия.

Теоретический материал рекомендуется изучать по темам. Особое внимание следует обратить на формулировки основных понятий, особенно четко необходимо знать различные аналитические выражения и формулировки первого и второго законов термодинамики. Обратить внимание на понятия «теплота» и «работа» и их нахождение в координатах  $p-v$  и  $T-s$ .

При изучении темы «Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.» уделить особое внимание построению процессов во влажном воздухе на  $I-d$  диаграмме и определению параметров кипящей воды, насыщенного и перегретого пара на  $T-s$  и  $i-s$  диаграммах.

Изучить классификации и принципа действия компрессорных машин закрепляется при защите лабораторной работы по исследованию процесса сжатия воздуха в поршневом компрессоре.

Циклы поршневых двигателей рассматриваются в основном во время лекционных занятий.

При изучении тепловых процессов обратить внимание на способы теплообмена теплопроводностью, конвекцией, лучистой энергией. Студенты должны знать уравнение Ньютона-Рихмана, закон Фурье, уравнение теплопередачи, физический смысл и размерность коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи и теплопередачи.

Навыки практического расчета термодинамических параметров рабочего тела, с использованием основных законов идеального газа, закономерностей изо-процессов, тепловых процессов студенты получают во время практических занятий. Контроль знаний в течение семестра проводится при защите лабораторных работ и решений контрольных задач во время практических занятий.

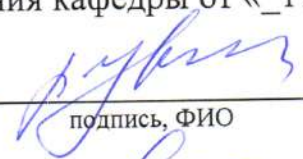
## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ И ГРАФИКА РАБОТЫ СТУДЕНТОВ (ГРС)

8.1. Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа и ГРС без изменений утверждена на 2018 /2019  
учебный год.

Протокол № 11 \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_11\_»\_\_05\_\_\_\_ 2018 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров


  
подпись, ФИО

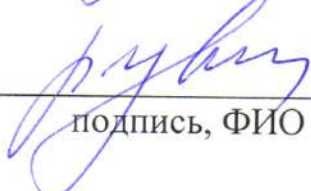
Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

## Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 1 заседания кафедры от «30» августа 2019 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров  
  
подпись, ФИО



## Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «21» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО