

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

СОГЛАСОВАНО
 Директор института заочного
 образования

 С.Е. Спесивцева
 «27» сентября 2017 г.

УТВЕРЖДАЮ
 Директор инженерно - строительного
 института

 В.А. Уваров
 «27» сентября 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
Теплофизика

направление подготовки (специальность):

20.03.01- Техносферная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

для всех профилей подготовки

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: инженерно-строительный

Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород – 2017

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 20.03.01 – Техносферная безопасность,
 - утвержденного 21 марта 2016 г., приказом №246
 - плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, по направлению подготовки (специальности) 20.03.01 – Техносферная безопасность
- введенного в действие в 2016_ году.

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

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Безопасность жизнедеятельности

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

« 5 » 10 2017_ г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
Теплогазоснабжения и вентиляции

« 18 » октябре 2017_ г., протокол № 3

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 26 » октябре 2017 г., протокол № 3

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

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общекультурные			
1	ОК-7	владением культурой безопасности и рискориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: термодинамические функции состояния и свойства рабочих веществ – идеального газа, газовой смеси, реального газа, влажного воздуха. Уметь: рассчитывать количество сообщенного тепла в различных термодинамических процессах. Владеть: знаниями и навыками безопасной эксплуатации тепловых процессов в различных технологиях.
Общепрофессиональные			
1	ОПК-1	способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: основные законы термодинамики; Уметь: рассчитывать основные параметры газов и газовых смесей при изменении их состояния, вычислять работу газа. Владеть: навыками использования измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.
2	ОПК-4	Способностью пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: закономерности основных термодинамических процессов изменения состояния газов и паров; основные законы теплообмена. Уметь: пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды с учетом знаний законов теплообмена. Владеть: навыками работы на приборах и устройствах технологического оборудования с учетом требований безопасности человека и окружающей среды

Профессиональные			
2	ПК-10	способностью использовать знание организационных основ безопасности различных производственных процессов в чрезвычайных ситуациях	В результате освоения дисциплины обучающийся должен: Знать: принцип действия, устройство, идеальные циклы, рабочие процессы, газотурбинных и паросиловых установок, холодильных машин и тепловых насосов. Уметь: производить расчет параметров и процессов изменения состояния идеального газа, водяного пара, влажного воздуха с помощью расчетных формул, таблиц, $i-S$ и $i-d$ диаграмм. Владеть: методами теоретического и экспериментального исследования в теплофизике с учетом основ безопасности производственных процессов.

1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Высшая математика: Дифференциальное исчисление одной или нескольких переменных. Интегральное исчисление. Элементы теории вероятности. Дифференциальное уравнения
2	Физика: Элементы квантовой статистики. Термодинамические функции состояния. Кинетическая теория газов. Элементы неравновесной термодинамики. Фазовые равновесия и фазовые превращения.
3	Теория горения и взрыва

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Надёжность технических систем и техногенный риск
2	Управление техносферной безопасностью
3	Надзор и контроль в сфере безопасности

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часа

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	8	8
лекции	4	4
лабораторные	4	4
практические		
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	64	64
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание	9	9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	55	55
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	зачет	зачет

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 з анятия	Самостоятельная работа
1. Основные законы идеальных газов. Первый закон термодинамики и его аналити- ческие выражения.					
	Термодинамическая система. Рабочие тела и требова- ния к ним. Внутренняя энергия и ее свойства. Теплота и работа. <i>P-V</i> диаграмма процессов рабочих тел. Аналитическое выражение 1 закона термодинамики. Энтальпия. Теп- лоемкость идеальных газов. Зависимость теплоемкости от характера термодинамического процесса и темпе-	1		1	12

	ратуры. Уравнение Майера. Теплоемкость газовых смесей. Понятие об энтропии. Вычисление изменения энтропии рабочего тела. T-S диаграмма и ее применение				
2. Процессы изменения состояния идеальных газов. Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.					
	Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы и их исследование. Цикл Карно и его значение. 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	1		1	14
3. Процессы истечения и дросселирования газов и паров. Циклы паросиловых установок.					
	Уравнение 1 закона термодинамики для газового потока. Адиабатное истечение идеального газа из суживающегося сопла. Процесс дросселирования идеальных и реальных газов. Прямой и обратный обратимый цикл Карно. Термический и холодильный коэффициенты циклов. Цикл Ренкина.	1		1	12
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.	1		1	17
	Итого:	4		4	55

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 изобарной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении.	1	12
2	Процессы изменения состояния идеальных газов. Второй закон термодинамики. Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух.	Исследование процессов во влажном воздухе. Построение и расчет процессов на i-d диаграмме. Определение требуемого количества теплоты для нагревания воздуха в холодный период и холода для охлаждения воздуха в теплый период.	1	14
3	Процессы истечения и дросселирования газов и паров. Циклы паросиловых установок.	Определение действительного расхода воздуха при истечении через суживающееся сопло.	1	12
4	Тепловые и массообменные процессы.	Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции. Расчет критериев подобия, сравнение расчетных значений коэффициентов теплообмена с экспериментом.	1	17
ИТОГО:			4	55

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	Основные законы идеальных газов. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения	1. Идеальные газы – это газы, в которых: 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. 2. Какова размерность газовой постоянной R в системе СИ: а) Вт; б) м/с; в) м/с²; г) Дж/(кг·К); д) Вт/(м·К).

		3. Газовая смесь – это смесь нескольких газов: а) химически взаимодействующих; б) электрически взаимодействующих; в) механическая смесь без химического и электрического взаимодействия 4. По закону Дальтона общее давление газовой смеси равно: а) сумме произведений теплоемкостей 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. 5. Согласно первому закону термодинамики: 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; в) подведенное к рабочему телу тепло расходуется на изменение внутренней энергии и совершение телом внешней работы; г) подведенная к рабочему телу тепловая энергия расходуется на совершение механической работы. 6. Газ массой 20 кг подогревается от $t_1 = 100^\circ\text{C}$ до $t_2 = 600^\circ\text{C}$; средняя массовая теплоемкость газа $c_x = 0,7 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$. Количество сообщенного газу тепла Q, кДж равно: а) 2000; б) 10000; в) 5000; г) 7000; д) 4000. 7. Удельная теплоемкость газа определяет количество тепла: а) подводимого к данному количеству газа; б) отводимого от данного количества газа; в) идущего на совершение работы газа; г) необходимого для повышения температуры единицы количества газа на 1°.
2	Термодинамические основы работы компрессорных машин Процессы изменения состояния идеальных газов. Круговые процессы. Второй закон термодинамики.	1. В изотермическом процессе все сообщаемое газу тепло расходуется: а) на изменение внутренней энергии; б) на совершение механической работы; в) на изменение энтальпии. 2. Адиабатным процессом называется процесс, протекающий: а) при постоянном давлении; б) без теплообмена с внешней средой; в) без совершения механической работы; г) при постоянной температуре; д) при постоянном объеме. 3. Зависимость между давлением и объемом газа в политропном процессе выражается соотношением: 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) $\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^n$; 4. Прямым циклом называется цикл, в результате совершения которого: 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. 5. 1кг воздуха совершает цикл Карно в пределах температур $t_1 = 627^\circ\text{C}$ и $t_2 = 27^\circ\text{C}$. Термический КПД цикла η_t равен: а) 0,235; б) 0,667; в) 0,451; г) 1,521; д) 0,827.
3	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух	1. Водяной пар и его значение в теплотехнике. Основные понятия и определения. P-V диаграмма водяного пара. 2. Исследование процесса парообразования в T-S диаграмме. 3. Термодинамические свойства воды и водяного пара. Критическая точка и ее параметры.

		4.Определение параметров кипящей жидкости и сухого насыщенного пара по расчетным формулам, таблицам и i-S диаграмме. 5.Влажный воздух как смесь идеальных газов. Определение влагосодержания, относительной влажности и точки росы. 6. i-d диаграмма влажного воздуха, принципы построения, характерные особенности, определение параметров, расчет процессов.
4	Процессы истечения и дросселирования газов и паров. Циклы паросиловых установок.	1.Уравнение первого закона термодинамики для газового потока. 2.Сопла и диффузоры, их назначение и принцип действия. 3.Располагаемая работа при истечении газов и паров. 4.Определение скорости и массового расхода для истечения газов и паров из суживающегося сопла. Критическое отношение давлений. 5.Истечение идеального газа. Сопло Лавала. 6.Процесс дросселирования газов и паров, его физическая сущность и уравнение. Изменение параметров в процесса дросселирования. 7. Цикл Ренкина, его практическое значение.
5	Тепловые и массообменные процессы.	1.Общая характеристика основных видов теплообмена. 2.Теплопроводность, основные понятия и определения. Закон Фурье. 3.Теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке тепловой поток, тепловая проводимость, термическое сопротивление стенки. 4.Теплопроводность в многослойной цилиндрической стенке - линейная плотность теплового потока, термическое сопротивление стенки. 5.Конвективный теплообмен – физическая сущность, основные понятия и определения. Закон Ньютона – Рихмана. Коэффициент теплоотдачи и его определение 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. Массообменные процессы, основные уравнения, их практическое применение.

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.

Индивидуальные домашние задания предусматривают (9 часов СРС).

1.Построение на i-d диаграмме и расчет процессов обработки влажного воздуха.

2. Расчет процессов теплоотдачи, теплопроводности, теплопередачи. Определение поверхности теплообменника при прямоточном и противоточном движении теплоносителей.

Расчетно-графическое задание не предусмотрено учебным планом.

5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрено учебным планом

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Ильина Т.Н. Теплофизика: учебное пособие. –Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. – 117с.
2. Ильина Т.Н., Семиненко А.С., Киреев В.М. Примеры расчетов тепло и массообменных процессов. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2011.-144 с.
3. Брюханов О.Н., Шевченко С.Н. Тепломассообмен: учебное пособие –М.: Инфра-М, 2005.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Захаров А.А. Техническая термодинамика и теплотехника: Учебное пособие. М.: Академия, 2006
2. Брюханов А.А. Основы гидравлики, теплотехники и аэродинамики: Учебник. – М.: Инфра-М, 2005.
3. Подпоринов Б.Ф. Техническая термодинамика: Учебное пособие с грифом УМО.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2004.

6.3. Перечень интернет ресурсов

<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919394525566000008951>
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918151705619300004316>
<http://www.iprbookshop.ru/17063>
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015060910543456900000652733>
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918145734077100009388>

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 исследования работы компрессора,
- установка для определения удельного объёма газа,
- установка для определения теплоёмкости воздуха,
- установка для исследования процессов во влажном воздухе,
- установка для определения расхода воздуха при истечении через сопло, установка для определения теплоотдачи отопительных приборов.

Лаборатория ГК 007: установка для определения режимов работы теплового насоса.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

8.1. Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа и ГРС без изменений утверждена на 201 /201 учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от «___» _____ 201 г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО

(или)

8.2. Утверждение рабочей программы и ГРС с изменениями, дополнениями

Рабочая программа и ГРС с изменениями, дополнениями утверждена на 201 /201 учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от «___» _____ 201 г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
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 тепло и массообмена, 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 $T-s$. (см. разделы «техническая термодинамика» в рекомендуемой основной учебной литературе, п. 3,4)

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 (см. пособие по теплофизике, п.5 основной литературы, стр. 33-56). 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 (см. пособие по теплофизике, п.5. стр. 57-77).

Массообменные процессы рассматривать по аналогии с процессами теплообмена, учитывать значимость критериев массообмена при расчете коэффициентов (см. пособие по теплофизике, п.4. основной литературы, стр. 79-109).

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

