

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

Уваров В.А.
« 27 » 05 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

Теплофизика

направление подготовки (специальность):

28.03.02 Наноинженерия

Направленность программы (профиль, специализация):

28.03.02.-01 Безопасность систем и технологий наноинженерии

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Архитектурно-строительный институт

Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – 28.03.02 - Нанотехнологии, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации от 19.09.2017 г. приказом № 923;
- плана учебного процесса БГТУ им В.Г. Шухова, по профилю подготовки 28.03.02.-01 Безопасность систем и технологий нанотехнологии, введенного в действие в 2021 году

Составитель (составители): к.т.н., доц.

(ученая степень и звание, подпись)

(Н.Ю. Саввин)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 12 » 05 2021 г., протокол № 12

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

(ученая степень и звание, подпись)

(В.А. Уваров)

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Безопасности жизнедеятельности

Заведующий кафедрой: д.т.н., проф.

(А.Н. Лопанов)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 27 » 05 2021 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент
(ученая степень и звание, подпись)

(А.Ю. Феоктистов)

(инициалы, фамилия)

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
ОПК	ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования	ОПК-1.1 Использует математический аппарат для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов	Знания: терминологию, основные законы и методы теплофизики. Умения: решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности, используя теорию и методы теплофизики. Навыки: решения прикладных задач используя теорию и методы теплофизики
		ОПК- 1.2. Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач	Знания: принцип действия, устройство, идеальные циклы, рабочие процессы, паросиловых установок, холодильных машин и тепловых насосов. Умения: производить расчет параметров и процессов изменения состояния рабочего тела с применением прикладных программ. Навыки: владения средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ОПК-1. Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Химия
4	Нанотехнология
5	Инженерная графика
6	Гидрогазодинамика
7	Теплофизика
8	Электроника и электротехника
9	Введение в нанотехнологию
10	Физико-химические основы нанотехнологии
11	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений
12	Технология наноразмерных материалов
13	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единиц, 72 часа.

Форма промежуточной аттестации

зачет

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	72	72
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	36	36
лекции	17	17
лабораторные	17	17
практические	0	0
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	36	36
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	36	36
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 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	8
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	10
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.	4	–	3	8
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.	5	–	4	10

	Основные уравнения массопроводности, массоотдачи. Совместное действие процессов тепло и массообмена.				
Всего		17	–	17	36

4.2. Содержание 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	8
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.	5	10
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	8
4	Тепловые и массообменные процессы.	Определение коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции. Расчет критериев подобия, сравнение расчетных значений коэффициентов теплообмена с экспериментом.	4	10
ИТОГО:			17	36

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрены учебным планом

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция *ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе применения естественнонаучных и общетехнических знаний, методов математического анализа и моделирования.*

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-1.1. Использует математический аппарат, для описания, анализа, теоретического и экспериментального исследования и моделирования физических и химических систем, явлений и процессов	Зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос
ОПК- 1.2. Использует прикладные программы и средства автоматизированного проектирования при решении инженерных задач.	Зачет, защита лабораторной работы, тестовый контроль, собеседование, устный опрос

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Основные законы идеальных газов. Первый закон термодинамики и его аналитические выражения (ОПК-1)	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 объемные 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. 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. (ОПК-1)	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. 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.
3.	Реальные газы. Водяной пар. Влажный воздух (ОПК-1)	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. (ОПК-1)	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 Лаваля. 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. (ОПК-1)	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.

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

Учебным планом КП/КР не предусмотрены.

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

1. В закрытом сосуде объемом V находится двуокись углерода при P_1 и t_1 . Газу сообщается количество теплоты, равное Q . Определить температуру и давление двуокиси углерода в конце процесса. Теплоемкость газа считать постоянной.

2. В трубах воздухоподогревателя парогенератора протекает воздух в количестве V_n (приведенный к нормальным условиям). Его температура на входе t_1 . Какова температура воздуха на выходе из воздухоподогревателя, если топочные газы сообщают воздуху количество теплоты Q ? Определить работу расширения воздуха, которую он совершает в течении 1 часа. Процесс подогрева воздуха считать изобарным, происходящим при $P=0.1$ МПа. Потерями теплоты в окружающую среду пренебречь.

3. Воздух в количестве V при температуре t и давлении P поступает в компрессор, где сжимается, а затем протекает между трубами холодильника, в которых движется охлаждаемая вода. Определить расход воды, если на выходе из компрессора воздух имеет параметры t_1 и P_1 . Температура воздуха за холодильником 40°C . Вода нагревается на 20°C .

4. В экранную трубу парового котла поступает M кг/ч воды при температуре насыщения. Найти плотность выходящей из трубы пароводяной смеси, если давление в котле P , а тепловосприятость трубы q ; изменением давления по высоте пренебречь.

5. Стальной цилиндрический резервуар диаметром D и длиной l заполнен сухим насыщенным паром с давлением P_1 . К резервуару подводится некоторое количество теплоты, в результате чего давление увеличивается до P_2 . Определить конечную температуру пара и количество подведенного тепла.

6. Начальное состояние влажного воздуха при атмосферном давлении задано параметрами t_0 и φ . Воздух охлаждается до температуры t . Определить сколько влаги выходит из каждого килограмма воздуха.

7. Идеальный поршневой компрессор сжимает $V_m^3/\text{ч}$ воздуха (в пересчете на НФУ) с температурой t_1 от P_1 до P_2 . Определить мощность, затрачиваемую на привод компрессора и температуру газа на выходе из компрессора, если сжатие происходит адиабатно.

8. Двухступенчатый поршневой компрессор сжимает воздух от давления $P_1=0.0981$ МПа до давления $P_2=5.88$ МПа. Сжатие политропное с показателем $n=1.25$. Начальная температура воздуха t_1 , производительность компрессора $V_m^3/\text{ч}$. Определить расход воды на охлаждение цилиндров и промежуточного холодильника, если ее температура возрастает от $t_{\text{вх}}$ до $t_{\text{вых}}$, а также мощность двигателя для привода компрессора, если $\eta_k=0.65$.

9. Паротурбинная установка работает по циклу Ренкина с начальными параметрами P_1 и t_1 . Давление в конденсаторе P_2 . Определить термический КПД цикла Ренкина и сравнить его с термическим КПД цикла Карно в том же интервале температур.

10. Определить, какой должна быть температура пара перед входом в турбину, если его давление при этом P_1 , давление в конденсаторе P_2 , а влажность пара на выходе из турбины не должна превышать y .

11. Определить суточную экономию топлива, получающуюся в результате замены турбинной установки, работающей при параметрах P_1 и t_1 , на установку с начальными параметрами P_1' и t_1' . Давление в конденсаторах одинаковое - P_2 , мощность установки N .

12. Теплота сгорания топлива $Q_H^P = 30 \text{ МДж/кг}$, а КПД парогенераторов $\eta_x = 0.8$ в старой и 0.9 в новой установке. Потерями во всех остальных частях (кроме парогенератора) пренебречь.

13. Определить относительный внутренний КПД турбины, если внутренние потери вследствие необратимости процесса расширения пара в турбине Δh . Состояние пара перед турбиной P_1 и t_1 , давление в конденсаторе P_2 .

14. Стенка наружного ограждения помещения толщиной $\delta = 0,50 \text{ м}$ изготовлена из силикатного кирпича ($\lambda = 0,8 \text{ Вт/м.К}$). Температура воздуха в помещении $-t_{ж1}$, температура внутренней поверхности стенки $-t_{c1}$. Определить температуру наружной поверхности стенки t_{c2} и потери теплоты за сутки через эту стенку площадью 100 м^2 . Коэффициент теплоотдачи от внутренней стороны стенки $\alpha_1 = 8 \text{ Вт/м}^2\text{К}$.

15. Стенка рабочей камеры печи площадью 10 м^2 состоит из двух слоев. Первый слой – из шамотного кирпича толщиной $\delta = 0,3 \text{ м}$, второй-той же толщины из диатомитового кирпича.

16. Определить потерю тепла за сутки, построить график изменения температуры по толщине стенки. Температура внутренней поверхности - t_{c1} , температура наружной поверхности $-t_{c3}$.

17. В нагревательной печи, где температура газов $t_{ж1}$, стенка площадью 50 м^2 сделана из трех слоев: диатомитового кирпича толщиной 70 мм , красного кирпича толщиной 250 мм и снаружи слоя изоляции толщиной $\delta_{из}$. Воздух в цехе имеет температуру $t_{ж2}$.

18. Коэффициент теплоотдачи в печи от газов к стенке - α_1 , снаружи от изоляции к воздуху - α_2 . Определить коэффициент теплопередачи и термические сопротивления теплопередачи от газов к воздуху, суточные потери теплоты, температуры на поверхности всех слоев.

19. Определить толщину слоя изоляции паропровода наружным диаметром d_2 , если при температуре его поверхности t_{c2} наружная поверхность изоляции имеет температуру $t_{c3} = 60^\circ\text{C}$. Теплопроводность изоляции λ_2 . Температура окружающего воздуха $t_{ж2} = 20^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи от изоляции к воздуху - α_2 .

20. Вертикальный паропровод с наружным диаметром d_n и длиной ℓ охлаждается свободным потоком воздуха, температура которого $t_{жс}$. Температура поверхности трубы t_{cm} . Определить потери теплоты паропроводом. Во сколько раз изменится величина тепловых потерь, если паропровод будет покрыт слоем изоляции толщиной δ , чтобы температура поверхности была равна $t_{cm} = 60^\circ\text{C}$? Потери теплоты излучением не учитывать.

21. Определить коэффициент теплопередачи от внутренней поверхности трубы конденсатора паротурбинной установки к охлаждающей воде, количество передаваемой теплоты и длину трубки, если средняя по длине температура стенки t_{cm} , внутренний диаметр трубки 16 мм , температура воды на входе $t_{жв}$, а на выходе

$t_{ж\Box\Box}$, средняя скорость воды $\Box$.

22. Нагрев воды производится в теплообменнике, который изготовлен из труб с наружным диаметром $d = 30$ мм, расположенных в шахматном порядке с поперечным и продольными шагами $S_1=S_2=2,5d$. Число труб в ряду m , число рядов n . Трубы располагаются поперек потока. Температура воздуха, поступающего в подогреватель, $t_{ж\Box}$, а на выходе из подогревателя $-t_{ж\Box\Box}$. Средняя температура наружной поверхности труб - t_{cm} . Скорость воздуха в узком сечении трубного пучка 10 м/с. Какой длины должны быть трубы, чтобы тепловой поток, передаваемый воде, протекающей внутри труб, был равен 400 кВт?

23. Насыщенный водяной пар при давлении P конденсируется на вертикальной трубе высотой h . Разность температур пара и поверхности трубы равна $\Box t$. Рассчитать и построить график изменения локального коэффициента теплоотдачи и толщины слоя конденсата по длине трубы. Чему равно среднее значение коэффициента теплоотдачи?

24. На поверхности горизонтальной трубы диаметром d и длиной ℓ трубчатого теплообменника конденсируется сухой насыщенный пар при давлении P . Температура поверхности трубки - t_c . Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи от пара к трубе и количество образовавшегося в течение часа конденсата.

25. Определить среднее значение коэффициента теплоотдачи от сухого насыщенного водяного пара к поверхности вертикальной трубы диаметром d и длиной ℓ , если давление пара P , а температура стенки t_c . Определить также количество образовавшегося в течение часа конденсата.

26. Какую температуру стенки t_c необходимо обеспечить, чтобы при пленочной конденсации сухого насыщенного пара на поверхности горизонтальной трубы диаметром d и длиной ℓ конденсировалось $G=7\Box 10^8$ кг/с пара? Давление пара P . Определить также значение коэффициента теплоотдачи.

27. Определить величину коэффициента теплоотдачи от поверхности кипятильника и величину теплового потока при пузырьковом режиме кипения воды при атмосферном давлении, если температура поверхности кипятильника t_c . Диаметр кипятильника d , длина ℓ .

28. Определить количество водяного пара, которое испаряется из варочного котла в течение часа, если площадь поверхности нагрева котла равна F , а температура стенки котла t_c . Котел работает при атмосферном давлении. 27. Определить коэффициент теплоотдачи и плотность теплового потока, отводимого конвективным путем от поверхности горизонтальной трубы диаметром D в пленочном режиме кипения воды при атмосферном давлении, если температура поверхности трубы t_c .

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
Знает терминологию, основные законы и методы теплофизики. Умеет решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности, используя теорию и методы теплофизики	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
Навыки решения прикладных задач используя теорию и методы теплофизики	Четкость изложения и интерпретации знаний

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателям оценивания результата обучения по дисциплине

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Знает терминологию, основные законы и методы теплофизики.	Не знает терминологию, основные законы и методы теплофизики.	Знает терминологию, основные законы и методы теплофизики.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Умеет решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности, используя теорию и методы теплофизики	Не умеет решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности, используя	Умеет решать прикладные задачи в области обеспечения пожарной безопасности, охраны окружающей среды и экологической безопасности, используя

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	Не зачтено	Зачтено
Владеет навыками решения прикладных задач используя теорию и методы теплофизики	Не владеет навыками решения прикладных задач используя теорию и методы теплофизики	В полной мере владеет навыком решения прикладных задач используя теорию и методы теплофизики

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	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.
3.	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
4.	Лаборатория теплотехники и отопления Гк 314	- установка для определения изохорной теплоемкости воздуха при атмосферном давлении, - установка для определения действительного расхода воздуха при истечении через суживающее сопло, - установка для исследования процесса сжатия в поршневом компрессоре, - установка для определения коэффициента теплоотдачи горизонтальной трубы при свободной конвекции. - стенд для исследования холодильных циклов на примере теплонасосной установки, - стенд для определения коэффициента теплопередачи отопительного прибора, - стенд для исследования лучистого теплообмена; - стенд для испытания конвекционной и конвекционно-радиационной отдачи радиатора.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Ильина Т.Н., Семиненко А.С. Основы гидравлики и теплотехники: учеб. пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015 -169 с.
2. Примеры расчетов тепло- массообменных процессов: учеб.пособие / Т.Н. Ильина, А.С. Семиненко, В.М. Киреев– Белгород: Изд-во БГТУ, 2011-144 с.
3. Логинов В. С. Примеры и задачи по тепломассообмену: Учебное пособие/Изд-во АСВ/2011
4. Богословский В.Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) /Учебник/АВОК Северо-Запад/2006
5. . Луканин В.Н. Теплотехника: учебник/Учебник/М. :Высш. шк/2003/ Техническая термодинамика и теплотехника/Учебное пособие/М. : Академия/2006
6. Прибытков, И. А. Теоретические основы теплотехники/Учебник/М. : АCADEMA/2004
7. Ильина Т.Н. Теплофизика: учеб. пособие – Белгород: Изд-во БГТУ, 2014-117 с.
8. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.
9. СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
10. Нащокин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. – М.: Высшая школа, 1980.
11. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика: Учебное пособие // М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ – 2013 <http://www.iprbookshop.ru/19265>
12. Замалеев З.Х., Посохин В.Н., Чефанов В.М. Основы гидравлики и теплотехники: Учебное пособие // СПб: Лань – 2014 <http://e.lanbook.com/view/book/39146>
13. Ильина Т. Н., Семиненко А. С., Киреев В. М. Тепло- и массообменные процессы. Примеры расчетов: Учебное пособие // Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова – 2011 <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918163673699300008318>
14. Ильина Т.Н., Семиненко А.С. Основы гидравлики и теплотехники: Учебное пособие // Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова - 2013/<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014081216452558400000655941>
15. Семиненко А. С., Алифанова А. И. Теплотехника: Конспект лекций // Белгород: БГТУ им. В. Г. Шухова - 2013 <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918145734077100009388>

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

1. <http://www.consultant.ru> – официальный сайт СПС «Консультант Плюс».
2. Электронно-библиотечная система <http://ntb.bstu.ru>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE» – <http://www.biblioclub.ru>
4. Электронно-библиотечная система IPRbooks. – <http://www.iprbookshop.ru>
5. Электронно-библиотечная система «Лань». – <https://e.lanbook.com>
6. Электронно-библиотечная система «Znaniy.com». – <https://znaniy.com>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на _____ учебный год.

Протокол № _____ заседания кафедры от _____.

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров

подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров

подпись, ФИО

подпись, ФИО

Рабочая программа утверждена на 20___/20___ учебный год без изменений:

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

Заведующий кафедрой _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО

Директор института _____ В.А. Уваров
подпись, ФИО