

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА» В Г.НОВОРОССИЙСКЕ  
(НФ БГТУ им. В.Г.Шухова)



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины (модуля)**

**Техническая термодинамика. Теплообмен**

направление подготовки:  
08.03.01 Строительство

профиль подготовки:  
08.03.01-06 Теплогазоснабжение и вентиляция

Квалификация  
бакалавр

Форма обучения  
заочная

Срок обучения  
5 лет

Кафедра: Технические дисциплины

Новороссийск -2019

Рабочая программа составлена на основании требований:

▪ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, уровень высшего образования - Бакалавриат (утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 12 марта 2015 г. №201)

▪ плана учебного процесса НФ БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки:

08.03.01 Строительство

(шифр и наименование специальности)

Профиль (специализация):

08.03.01-06 Теплогасоснабжение и вентиляция,

(шифр и наименование специализации)

введенного в действие в 2019 году.

Составитель:

к.т.н.

ученая степень и звание



подпись

Т.Л.Чунгурова

инициалы, фамилия

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

Технических дисциплин

название кафедры

« 2 » 09 2019 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой:

д.т.н., доцент

ученая степень и звание

подпись



Г.Ю.Ермоленко

инициалы, фамилия

Рабочая программа одобрена научно-методическим советом филиала

« 3 » 09 2019 г., протокол № 1

Председатель:

к.ф.н.

ученая степень и звание



подпись

И.В.Чистяков

инициалы, фамилия

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
1	ОПК-2	способностью выявить естественную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат	<p><b>Знает</b> основные законы технической термодинамики и теплообмена.</p> <p><b>Умеет</b> выбирать и применять методики проведения инженерных расчетов с привлечением соответствующего физико-математического аппарата</p> <p><b>Владеть</b> оформлением результатов расчетов</p>
Профессиональные			
1	ПК-1	знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест	<p><b>Знает</b> действующие нормативные документы РФ в области теплотехники и термодинамики</p> <p><b>Умеет</b> выбирать нормативы, необходимые для проведения конкретных расчетов</p> <p><b>Владеть</b> пользования нормативными документами для выбора исходных данных для расчетов</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Экология
4	Теоретическая механика
5	Сопротивление материалов
6	Геология и механика грунтов
7	Геодезия
8	Строительные материалы и изделия
9	Основы гидравлики и теплотехники
10	Водоснабжение, водоотведение. Теплогазоснабжение и вентиляция
11	Электротехника

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

	Наименование дисциплины (модуля)
1.	Аэрогидродинамика инженерных систем
2.	Насосы, вентиляторы, компрессоры
3.	Теоретические основы создания микроклимата
4.	Отопление
5.	Вентиляция
6.	Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
7.	Теплоснабжение
8.	Газоснабжение
9.	Эксплуатация и наладка систем теплогазоснабжения
10.	Пусконаладочные работы сетей теплогазоснабжения
11.	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
12.	Основы проектирования магистральных газопроводов
13.	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
14.	Системы теплогазоснабжения предприятий
15.	Тепловоздушный режим зданий
16.	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
17.	Ознакомительная практика
18.	Изыскательская практика
19.	Конструкторская практика
20.	Преддипломная практика
21.	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
22.	Подготовка к сдаче государственного экзамена
23.	Сдача государственного экзамена
24.	Защита выпускной квалификационной работы
25.	Подготовка к процедуре защиты ВКР
26.	Процедура защиты ВКР

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Установочная сессия	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	4	104
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
лекции	2	2	
лабораторные	2		2
практические	2		2
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	<b>102</b>	<b>2</b>	<b>100</b>
Курсовой проект			
Курсовая работа			
Расчетно-графическая работа			
Контрольная работа	9		9
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	93	2	91
Форма промежуточная аттестация	зачет		зачет

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

#### Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час				
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	Компетенции
1	Введение. Предметы теломассообмен и техническая термодинамика. Положение и роль их в строительной науке.				10	ОПК-2, ПК-1,
2	<b>Термодинамические основы теломассообменных процессов в системах инженерного оборудования.</b> Теплопроводность. Нестационарная теплопроводность. Конвекция. Конвективный теплообмен. Теплопередача. Теплообмен излучением. Классификация теплообменных аппаратов, основы теплового расчета. Дифференциальное уравнение массообмена. Совместное действие и аналогия процессов переноса теплоты и массы. Теломассообмен при фазовых превращениях. Расчет тепло- и массообменных аппаратов.				15	ОПК-2, ПК-1,
3	<b>Теплообмен человека в помещении.</b> Виды теплообмена и элементы помещения, участвующие в нём. Особенности лучистого теплообмена между поверхностями. Система уравнений общего теплообмена в помещении. Радиационная температура, коэффициент полной облученности. Условия комфортности тепловой обстановки в помещении. Температура помещения. Степень дискомфорта. Оптимальные и допустимые условия в помещении.				15	ОПК-2, ПК-1,
4	<b>Характеристика теплозащитных свойств наружных ограждений.</b> Теплоустойчивость ограждений. Одномерное и двумерное температурное поле при стационарной теплопередаче в характерных элементах современных конструкций ограждений. Приведённое сопротивление теплопередаче неоднородного ограждения. Методика теплотехнического расчёта наружных ограждений. Нормативная характеристика наружного климата холодного периода года. Обеспеченность расчётных условий. Расчёт сопротивления теплопередаче многослойного ограждения. Требуемое сопротивление теплопередаче. Расчёт температур на внутренней поверхности и в толще ограждения. Методы усиления теплозащитных свойств ограждений.				15	ОПК-2, ПК-1,
5	<b>Нестационарный режим теплопередачи.</b> Аналитические методы расчёта нестационарных				15	ОПК-2, ПК-1,

	процессов теплопередачи в ограждениях. Аналитическое решение задачи о затухании температурных колебаний в ограждениях. Инженерный метод расчёта теплоустойчивости ограждений для летнего периода. Методы повышения теплоустойчивости ограждений.					
6	<b>Воздухопроницаемость конструкций здания</b> , понятия фильтрации, инфильтрации и эксфильтрации; связь воздушного режима здания с тепловым. Коэффициент воздухопроницаемости, сопротивление воздухопроницанию. Расчёт воздухопроницаемости наружных ограждений. Методы повышения воздухозащитных свойств ограждений.				10	ОПК-2, ПК-1,
7	<b>Влажностно-тепловой режим зданий и ограждающих конструкций.</b> Характеристика процессов влагопереноса в наружных ограждениях; коэффициент паропроницаемости, сопротивление паропроницанию многослойных ограждений. Конденсация на поверхности и в толще ограждения. Методика расчета влажностного состояния ограждений. Пути повышения влагозащитных свойств ограждающих конструкций зданий.				13	ОПК-2, ПК-1,
	ВСЕГО	2	2	2	93	

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС	Компетенции
1	Термодинамические основы теплообменных процессов в системах инженерного оборудования Циклы паросиловых, холодильных и компрессорных машин		2	ОПК-2, ПК-1,
2	Массообмен в установках ОВК		4	ОПК-2, ПК-1,
3	Изучение основных принципов инженерных расчетов тепловлажностных режимов наружных ограждений.		2	ОПК-2, ПК-1,
4	Изучение нормативно-справочной литературы. Ознакомление с номенклатурой современных конструкций наружных ограждений. Заполнение бланка теплофизических характеристик материалов ограждений и климатических данных.		4	ОПК-2, ПК-1,
5	Теплотехнический расчёт наружной стены с определением толщины утеплителя.	0,5	4	ОПК-2, ПК-1,
6	Расчёт теплоустойчивости конструкции наружной стены для летнего периода года. Расчёт влажностного состояния наружной стены на возможную конденсацию в толще и на поверхности ограждения.	0,5	5	ОПК-2, ПК-1,
7	Расчёты сопротивления паропроницания	0,5	5	ОПК-2,

	наружной стены из условий недопустимости и ограничения накопления влаги в ограждении. Расчёт воздушного режима помещения.			ПК-1,
8	Термодинамические основы тепломассообменных процессов в системах инженерного оборудования	0,5	5	ОПК-2, ПК-1,
	Итого	2	31	

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	К-во часов СРС	Компетенции
1	Определение параметров микроклимата	0,5	7	ОПК-2, ПК-1,
2	Радиационная температура и ее влияние на самочувствие человека	0,5	8	ОПК-2, ПК-1,
3	Изучение коэффициента теплоотдачи поверхности	0,5	8	ОПК-2, ПК-1,
4	Изучение приборов теплового контроля. Температурные измерения контактным или дистанционным методом, определение показателей плотности тепловых потоков и динамический контроль температурных изменений.	0,5	8	ОПК-2, ПК-1,
	Итого	2	31	



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

### 5.1. РЕАЛИЗАЦИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ

**5.1.1. Компетенция ОПК-2** Способностью выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико - математический аппарат

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Экология
4	Теоретическая механика
5	Сопротивление материалов
6	Геология и механика грунтов
7	Геодезия
8	Строительные материалы и изделия
9	Основы гидравлики и теплотехники
10	Водоснабжение, водоотведение. Теплогазоснабжение и вентиляция
11	Техническая термодинамика. Тепломассообмен
12	Аэрогидродинамика инженерных систем
13	Насосы, вентиляторы, компрессоры
14	Теоретические основы создания микроклимата
15	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
16	Сдача государственного экзамена
17	Защита выпускной квалификационной работы
18	Подготовка к процедуре защиты ВКР
19	Процедура защиты ВКР

На стадии изучения дисциплины компетенция формируется следующими этапами.

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	основные законы технической термодинамики и тепломассообмена.	выбирать и применять методики проведения инженерных расчетов с привлечением соответствующего физико-математического аппарата	навыками применения методов математического анализа и экспериментального исследования тепловых процессов в своей профессиональной деятельности.
Виды занятий	Лекционные, лабораторные занятия	лабораторные занятия, самостоятельная работа	лабораторные занятия, самостоятельная работа

		студентов.	студентов.
Используемые средства оценивания	Выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, зачет	Выполнение и защита лабораторных работ, собеседование, зачет	Выполнение и защита лабораторных работ, зачет

**5.1.2. Компетенция ПК-1** знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Геология и механика грунтов
2	Электротехника
3	Водоснабжение, водоотведение. Теплогазоснабжение и вентиляция
4	История строительной отрасли
5	Техническая термодинамика. Тепломассообмен
6	Аэрогидродинамика инженерных систем
7	Насосы, вентиляторы, компрессоры
8	Теоретические основы создания микроклимата
9	Отопление
10	Вентиляция
11	Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
12	Теплоснабжение
13	Газоснабжение
14	Эксплуатация и наладка систем теплогазоснабжения
15	Пусконаладочные работы сетей теплогазоснабжения
16	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
17	Основы проектирования магистральных газопроводов
18	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
19	Системы теплогазоснабжения предприятий
20	Тепловоздушный режим зданий
21	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
22	Ознакомительная практика
23	Изыскательская практика
24	Конструкторская практика
25	Преддипломная практика
26	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
27	Подготовка к сдаче государственного экзамена
28	Сдача государственного экзамена
29	Защита выпускной квалификационной работы
30	Подготовка к процедуре защиты ВКР
31	Процедура защиты ВКР

На стадии изучения дисциплины компетенция формируется следующими этапами.

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы проверки оборудования	выбирать информацию, необходимую для проверки оборудования и технологического обеспечения.	навыки применения методов опытной проверки оборудования.
Виды занятий	Лекционные, лабораторные занятия СРС	Лекционные, лабораторные занятия	Лекционные, лабораторные занятия, СРС
Используемые средства оценивания	Выполнение и защита лабораторных работ, собеседование.	Выполнение и защита лабораторных работ, собеседование	Выполнение и защита лабораторных работ, зачет

### 5.2. Перечень вопросов к зачету

№	Содержание вопросов (типовых заданий)	Компетенции
1.	Предмет строительной теплофизики, его положение и роль в строительной науке.	ОПК-2, ПК-1,
2.	Понятия о тепловом, влажностном и воздушном режимах помещения.	ОПК-2, ПК-1,
3.	Особенности тепломассообменных процессов, протекающих в наружных ограждениях зданий. Общая характеристика защитных свойств ограждающих конструкций.	ОПК-2, ПК-1,
4.	Теплообмен в помещении. Виды теплообмена и элементы помещения, участвующие в нём.	ОПК-2, ПК-1,
5.	Лучистый теплообмен между поверхностями в помещении. Расчёт потока лучистого теплообмена.	ОПК-2, ПК-1,
6.	Лучистый теплообмен в помещении. Коэффициенты облучаемости и коэффициенты лучистого теплообмена поверхности.	ОПК-2, ПК-1,
7.	Радиационная температура помещения, и её определение.	ОПК-2, ПК-1,
8.	Конвективный теплообмен в помещении. Расчётное уравнение конвективного теплообмена поверхности помещения.	ОПК-2, ПК-1,
9.	Кондуктивный (теплопроводный) теплообмен поверхности помещения. Расчётное уравнение теплопередачи через поверхность.	ОПК-2, ПК-1,
10.	Общее уравнение теплового баланса поверхности помещения.	ОПК-2, ПК-1,
11.	Теплообмен человека в помещении.	ОПК-2, ПК-1,
12.	Уравнение теплового баланса человека в помещении.	ОПК-2, ПК-1,
13.	Основные факторы, влияющие на теплоотдачу человека в помещении.	ОПК-2, ПК-1,

14.	Характеристика параметров микроклимата в помещении. Понятие о радиационной температуре поверхностей и температуре помещения.	ОПК-2, ПК-1,
15.	Общая характеристика оптимальных и допустимых условий комфортности тепловой обстановки в помещении.	ОПК-2, ПК-1,
16.	Первое условие комфортности тепловой обстановки в помещении. Взаимосвязь между температурой воздуха в помещении и радиационной температурой.	ОПК-2, ПК-1,
17.	Второе условие комфортности тепловой обстановки в помещении. Нормируемый температурный перепад между воздухом в помещении и внутренними поверхностями ограждений.	ОПК-2, ПК-1,
18.	Обеспеченность заданных расчётных параметров воздушной среды помещения. Показатель степени обеспеченности расчётных внутренних условий.	ОПК-2, ПК-1,
19.	Параметры, характеристики и расчётные сочетания показателей наружного климата для зимнего периода года с учётом заданной обеспеченности расчётных внутренних условий.	ОПК-2, ПК-1,
20.	Определение расчётного сопротивления теплопередаче и коэффициента теплопередачи наружного ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
21.	Определение требуемого сопротивления теплопередаче наружного ограждения в соответствии со СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004 исходя из санитарно-гигиенических и комфортных условий.	ОПК-2, ПК-1,
22.	Определение требуемого сопротивления теплопередаче наружного ограждения из условия энергосбережения в соответствии со СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004.	ОПК-2, ПК-1,
23.	Условие соответствия теплозащитных характеристик наружного ограждения требованиям СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004 .	ОПК-2, ПК-1,
24.	Методика определения необходимой толщины утеплителя наружного ограждения в соответствии со СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004 .	ОПК-2, ПК-1,
25.	Определение расчётной температуры внутренней поверхности наружного ограждения для зимнего периода года.	ОПК-2, ПК-1,
26.	Методика проверки возможности конденсации водяных паров на внутренней поверхности наружного ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
27.	Теоретическое обоснование методики инженерного расчёта теплоустойчивости наружного ограждения для летнего периода года. Принцип затухания температурных колебаний в ограждении.	ОПК-2, ПК-1,
28.	Основы инженерной методики расчёта теплоустойчивости наружного ограждения на базе теории сквозного затухания температурных колебаний в толще ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
29.	Понятие о теплоустойчивости конструкции наружного ограждения. Коэффициенты теплоусвоения наружных поверхностей слоев ограждения, их определение и физический смысл.	ОПК-2, ПК-1,
30.	Показатель тепловой инерции наружного ограждения, его расчёт и влияние на теплоустойчивость ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
31.	Коэффициент теплоусвоения материала слоев наружного ограждения, его физический смысл и влияние на теплоустойчивость ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
32.	Определение расчётной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха для летнего периода года с учётом условий теплообмена и действия солнечной радиации.	ОПК-2, ПК-1,
33.	Определение расчётной амплитуды колебаний температуры внутренней поверхности наружного ограждения для летнего периода года.	ОПК-2, ПК-1,
34.	Условие соответствия наружного ограждения требованиям теплоустойчивости в соответствии со СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004 .	ОПК-2, ПК-1,
35.	Источники и стоки влаги в помещениях. Классификация помещений по влажностному режиму.	ОПК-2, ПК-1,
36.	Характеристика влажностного состояния наружных ограждений. Факторы, влияющие на влажностное состояние.	ОПК-2, ПК-1,

37.	Расчётное уравнение потока диффузии паров через наружные ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
38.	Коэффициент паропроницаемости материала ограждения, его размерность и физический смысл.	ОПК-2, ПК-1,
39.	Сопротивление паропроницанию наружного ограждения, его размерность и физический смысл.	ОПК-2, ПК-1,
40.	Расчёт сопротивления паропроницанию многослойного наружного ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
41.	Методика расчёта распределения температур и парциальных давлений водяного пара в толще многослойного ограждения для условий наиболее холодного месяца года.	ОПК-2, ПК-1,
42.	Графоаналитический метод проверки вероятности конденсации водяного пара в толще многослойной наружной стены.	ОПК-2, ПК-1,
43.	Методика определения расчётных величин температуры и максимальной упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации многослойной стены за годовой период эксплуатации.	ОПК-2, ПК-1,
44.	Определение сопротивления паропроницанию многослойной наружной стены от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации.	ОПК-2, ПК-1,
45.	Методика определения требуемого сопротивления паропроницанию многослойного наружного ограждения исходя из условий недопустимости накопления влаги в ней за годовой период.	ОПК-2, ПК-1,
46.	Условие соответствия наружного ограждения требованиям СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004 по условию недопустимости накопления влаги в нём за годовой период.	ОПК-2, ПК-1,
47.	Методика определения расчётных величин температуры и максимальной упругости водяного пара в плоскости возможной конденсации многослойной стены за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха.	ОПК-2, ПК-1,
48.	Методика определения требуемого сопротивления паропроницанию многослойного наружного ограждения исходя из условий ограничения накопления влаги в нём за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха.	ОПК-2, ПК-1,
49.	Условие соответствия наружного ограждения требованиям СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004 по условию ограничения накопления влаги в нём за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха.	ОПК-2, ПК-1,
50.	Условие соответствия наружного ограждения требованиям СНиП по условию паропроницаемости. Пути повышения влагозащитных свойств ограждающих конструкций зданий.	ОПК-2, ПК-1,
51.	Воздушный режим здания. Фильтрация, инфильтрация и эксфильтрация воздуха через наружные ограждения и их влияние на тепловой режим здания. Понятие о воздухопроницаемости ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
52.	Определение расчётного гравитационного давления на наружной и внутренней поверхностях ограждения. Эпюры давления.	ОПК-2, ПК-1,
53.	Определение ветрового давления на наветренных поверхностях наружных ограждений.	ОПК-2, ПК-1,
54.	Определение расчётной разности давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
55.	Определение расчётного сопротивления воздухопроницанию конструкции наружного ограждения. Коэффициент воздухопроницаемости, его физический смысл и размерность.	ОПК-2, ПК-1,
56.	Определение требуемого сопротивления воздухопроницанию наружного ограждения в соответствии со СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004.	ОПК-2, ПК-1,

57.	Условия соответствия требованиям СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004 характеристик воздухопроницаемости наружного ограждения.	ОПК-2, ПК-1,
-----	--	-----------------

### Критерии оценивания решения задач

Оценка	Критерии оценивания
Отлично	Задача решена в полном объеме без ошибок.
Хорошо	Задача решена в полном объеме с незначительными ошибками, которые студент самостоятельно способен устранить.
Удовл.	Задача решена с ошибками, которые студент способен устранить используя помощь преподавателя.
Неуд.	Задача решена частично, допущены принципиальные ошибки.

### Критерии оценивания зачета

Оценка	Критерии оценивания
Зачтено	Студент в течение семестра посещал лекционные и практические занятия, в полном объеме выполнил разноуровневые задачи и задания. Полученные результаты и ответы соответствуют правильным решениям. В процессе собеседования студент демонстрирует изученный объем знаний по заданному вопросу.
Не зачтено	Студент в течение семестра имеет пропуски лекционных и практических занятий, выполнил разноуровневые задачи и задания, однако полученные ответы не соответствуют правильным решениям. В процессе собеседования студент затрудняется ответить на заданный вопрос.

### Критерии оценивания лабораторных работ

Оценка	Критерии оценивания
5	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.
4	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

## ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

В разделе приводится перечень заданий и материалов по оценке заявленных результатов обучения, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**Текущий контроль** осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты лабораторных работ,

**Лабораторные работы.** В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания работе, рассмотрен практический пример, даны варианты выполнения и перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы.

### Перечень вопросов для подготовки к зачету

- Термодинамические основы теплообменных процессов в системах инженерного оборудования
- Термодинамика, как одна из инженерных дисциплин, ее содержание и значение. Исторический путь развития.
- Понятие о внешней и внутренней энергии тела. Две формы передачи энергии. Тепло и работа.
- Термодинамическая система и ее взаимодействие с окружающей средой. Виды термодинамических систем.
- Рабочее тело, основные понятия и определения. Основные параметры состояния рабочего тела.
- Идеальный газ как простейшая модель рабочей среды Уравнение состояния идеального газа в форме Клапейрона и в форме Менделеева.
- Основные законы идеальных газов.
- Смеси идеальных газов. Основные понятия и определения. Способы задания состава и связь между ними. Закон Дальтона.
- Энтропия, основные понятия и определения. Вычисление изменения энтропии идеального газа. Тепловая  $Ts$ - диаграмма и ее применение.
- Основные задачи исследования термодинамических процессов. Изопроецессы идеального газа. Политропный процесс как общая форма частных процессов. -----
- Уравнение политропы, теплоемкость процесса. Исследование политропных процессов. Связь численного значения показателя политропы с физической сущностью процесса.
- Термодинамическая обратимость процессов. Понятие об обратимых и необратимых процессах циклах.
- Второй закон термодинамики, его сущность и основные формулировки, их связь с принципом действия технических устройств.
- Изменение энтропии в обратимых и необратимых процессах и циклах.
- Математическое выражение второго закона термодинамики для обратимых необратимых процессов и циклов.

- Принцип роста энтропии в изолированной термодинамической системе. -----
- Максимальная работа и потеря полезной работы. Понятие об энергии теплоты и эксергетическом КПД.
- Статистическое толкование второго закона термодинамики. Критика теории Клаузиуса о неизбежности «Тепловой смерти Вселенной».
- Свойства реальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа в  $p$ - $V$ -координатах. Критическая точка
- Классификация компрессорных машин. Термодинамический анализ процесса сжатия газа в поршневом компрессоре. Адиабатное, изотермическое и политропное сжатие и их исследование в  $p$ - $V$ - и  $T$ - $s$ - диаграммах.
- Рабочий процесс и теоретический цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла при постоянном объеме. Термический КПД цикла и пути его повышения.
- Рабочий процесс и теоретический цикл поршневого двигателя внутреннего сгорания с подводом тепла при постоянном давлении.
- Термический КПД цикла Сравнение эффективности, циклов ПДВС.

### **Теплообменные процессы**

- Общая характеристика основных видов теплообмена: теплопроводности, конвективного теплообмена, теплообмена излучением, сложного теплообмена.
- Теплопроводность, основные понятия и определения. Температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, коэффициент теплопроводности. Закон Фурье.
- Дифференциальное уравнение теплопроводности. Характеристика условий однозначности. Коэффициент температуропроводности и его определение.
- Коэффициент теплопроводности строительных и теплоизоляционных материалов, зависимость от структуры, плотности и влажности.
- Коэффициент теплопроводности жидкостей и газов.
- Теплопроводность в многослойной плоской стенке - тепловой поток, тепловая проводимость, термическое сопротивление стенки.
- Теплопроводность в однослойной цилиндрической стенке - линейная плотность теплового потока, термическое сопротивление стенки.
- Теплопроводность в многослойной цилиндрической стенке - линейная плотность теплового потока, термическое сопротивление стенки.
- Конвективный теплообмен - физическая сущность, основные понятия и определения. Закон Ньютона - Рихмана.
- Коэффициент теплоотдачи, его определение, влияние теплофизических свойств среды и гидродинамической структуры потока.
- Расчет теплоотдачи при ламинарном вынужденном движении жидкости и газов вдоль плоской поверхности.
- Расчет теплоотдачи при турбулентном вынужденном движении жидкости и газов вдоль плоской поверхности.
- Теплообмен при конденсации пара, пленочная и капельная конденсация, расчет теплоотдачи.
- Теплопередача, основные понятия и определения. Коэффициент теплопередачи, сопротивление теплопередачи и их определение.
- Теплопередача через однослойную плоскую стенку, физическая сущность



- процесса, расчет коэффициента теплопередачи и сопротивления теплопередачи.
- Теплопередача через многослойную плоскую стенку, расчет коэффициента теплопередачи и сопротивления теплопередачи.
  - Графоаналитический метод расчета температурного поля при теплопередаче через многослойную плоскую стенку.
  - Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку, физическая сущность процесса, расчет линейного коэффициента теплопередачи и сопротивления теплопередачи.
  - Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку, физическая сущность процесса, расчет линейного коэффициента теплопередачи и сопротивления теплопередачи.
  - Теплообмен излучением: физическая сущность процесса, интенсивность излучения, интегральное и монохроматическое излучение, поглощательная, отражательная и пропускательная способности.
  - Виды лучистых потоков: собственное излучение, падающее, эффективное и результирующее излучения.
  - Законы теплового излучения - закон Планка, закон Вина.
  - Законы теплового излучения - закон Стефана - Больцмана. Коэффициент излучения абсолютно черного тела.
  - Термодинамически равновесное излучение, закон Кирхгофа, понятие серого тела, степень черноты.
  - Законы теплового излучения - закон Ламберта.
  - Теплообмен излучением между неограниченными плоскопараллельными плоскостями. Приведенная степень черноты системы, расчет теплового потока.
  - Теплообменные аппараты: классификация, схемы движения теплоносителей и их водяные эквиваленты, средний логарифмический температурный напор.
  - Основы теплового расчета рекуперативных теплообменных аппаратов.
- Нестационарная теплопроводность. Аналитический расчет температурного поля бесконечной плоской пластины в безразмерной форме. Физическая сущность критериев Био и Фурье.
- Метод регулярного режима приближенного расчета процессов нестационарной теплопроводности. Темп нагревания (охлаждения) тела и его определение.

### **Массообменные процессы**

- Основные понятия и определения: молекулярная диффузия, турбулентная диффузия, градиент концентрации, закон Фика, коэффициент диффузии.
- Характеристика основных массообменных процессов систем ТГВ
- Дифференциальное уравнение массообмена.
- Аналогия процессов переноса теплоты и массы.
- Тепломассообмен при фазовых превращениях.

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

Не предусмотрены учебным планом

#### 5.4. Контрольных работ, расчетно-графических заданий.

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 трубках воздухоподогревателя парогенератора протекает воздух в количестве  $V_H$  (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. Вода нагревается на 20.
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 тепловосприятие 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  $W_0$ . Воздух охлаждается до температуры  $t$ . Определить сколько влаги выходит из каждого килограмма воздуха. Идеальный поршневой компрессор сжимает  $U$  м<sup>3</sup>/ч воздуха (в пересчете на НФУ) с температурой  $t$ , от  $P_1$  до  $P_2$ . Определить мощность, затрачиваемую на привод компрессора и температуру газа на выходе из компрессора, если сжатие происходит адиабатно. В нагревательной печи, где температура газов  $D/cl$ , стенка площадью  $50$  м<sup>2</sup> сделана из трех слоев: диатомитового кирпича толщиной  $70$  мм, красного кирпича толщиной  $250$  мм и снаружи слоя изоляции толщиной  $из$ . Воздух в цехе имеет температуру  $гж2$ .
7. Насыщенный водяной пар при давлении  $P$  конденсируется на вертикальной трубе высотой  $h$ . Разность температур пара и поверхности трубы равна  $\Delta t$ . Рассчитать и построить график изменения локального коэффициента теплоотдачи и толщины слоя конденсата по длине трубы. Чему равно среднее значение коэффициента теплоотдачи?
8. 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.
9. 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.

10. Какую температуру стенки  $t_c$  необходимо обеспечить, чтобы при пленочной конденсации сухого насыщенного пара на поверхности горизонтальной трубы диаметром  $d$  и длиной  $L$  конденсировалось  $G=7 \cdot 10^5$  кг/с пара? Давление пара  $P$ . Определить также значение коэффициента теплоотдачи.

11. 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  $L$ .

Контрольная работа состоит из расчетно-пояснительной записки и необходимых графиков.

КР 1. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций.

1. Определения необходимой толщины слоя утеплителя для наружной стены и коэффициента сопротивления теплопередаче для холодного периода года.
2. Определение коэффициента сопротивления теплопередаче заданной конструкции чердачного перекрытия.
3. Проверка конденсации водяного пара на внутренних поверхностях наружных ограждений.
4. Расчёт теплоустойчивости ограждающей конструкции для летнего периода года.
5. Проверка конденсации водяного пара в толще наружной стены.
6. Расчёт сопротивления паропрооницанию наружной стены из условия недопустимости накопления влаги в ней за годовой период.
7. Определение сопротивления паропрооницанию наружной стены из условия ограничения накопления влаги в ней за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха.
8. Расчёт сопротивления воздухопроницанию наружной стены.

### 5.5. Индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрены учебным планом

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. Перечень основной литературы

1. Техническая термодинамика : учебное пособие / сост. Б. Ф. Подпоринов, Т. А. Должикова, Е. Н. Попов. - Белгород : Изд-во БГТУ, 2005. - 216 с.
2. Подпоринов Б. Ф. Теплоснабжение : учеб. пособие для студентов всех форм обучения специальности 270109 - "Теплогазоснабжение и вентиляция" и направления бакалавриата 270800.62 "Стр-во" / Б. Ф. Подпоринов. - 2-е изд., стер. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2011, 268 с. // ЭБС БГТУ: [сайт]. - Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040918090625339200005704>
3. Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов по дисциплине «Техническая термодинамика. Тепломассообмен». Направление 08.03.01 строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция». Составитель Чунгурова Т. Л. 2019 г. Режим доступа [www.bgtu-nvrsk.ru](http://www.bgtu-nvrsk.ru)- вход в личный кабинет по паролю.
4. Методические рекомендации к практическим работам студентов по дисциплине «Техническая термодинамика. Тепломассообмен». Направление 08.03.01 строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция». Составитель Чунгурова Т. Л. 2019 г. Режим доступа [www.bgtu-nvrsk.ru](http://www.bgtu-nvrsk.ru)- вход в личный кабинет по паролю.
5. Методические рекомендации к лабораторным работам студентов по дисциплине «Техническая термодинамика. Тепломассообмен». Направление 08.03.01 строительство, профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция». Составитель Чунгурова Т. Л. 2019 г. Режим доступа [www.bgtu-nvrsk.ru](http://www.bgtu-nvrsk.ru)- вход в личный кабинет по паролю.

### 6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Сканава А. Н. Отопление : учебник для вузов / Сканава А.Н., Махов Л.М. - М. : Издательство АСВ, 2006. - 576 с. : ил. - ISBN 5-93093-161-5
2. Малявина, Е. Г. Строительная теплофизика : учебное пособие / Е. Г. Малявина. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2011. — 151 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/19265.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003.
4. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий./Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2004.
5. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий./Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2004.

### 6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Сайт научно-технической библиотеки БГТУ им. В.Г. Шухова. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>
2. Сайт электронно-библиотечной системы «IPRbooks»: Электронный ресурс]: – Режим доступа: – <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Сайт электронно-библиотечной системы «Университетская библиотека». [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>
4. Сайт электронно-библиотечной системы «Лань». [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
5. Сайт российского фонда фундаментальных исследований. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <http://www.rffi.ru/>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Наименование помещений	Оснащенность помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
<p>215 учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы</p>	<p>1. Специализированная мебель                  2. Персональный компьютер подключенный к сети интернет: 1 шт                  3. Проектор: 1 шт.                  4. Экран: 1 шт.                  5. Шкаф: 2 шт.;                  6. Кондиционер: 1 шт.                  7. Лабораторный комплект учебного оборудования «вентиляционные системы»                  8. Лабораторный комплект учебного оборудования «автоматизированная система отопления»                  9. Лабораторный комплект учебного оборудования лаборатории теплового контроля                  10. Демонстрационные стенды:                  Пресс- система Viega Pexfit Pro для отопления и горячего водоснабжения;                  Пресс- система Viega Profpress G из меди для газоснабжения;                  Пресс- система Viega Prestabo из оцинкованной стали для закрытых систем отопления;                  Пресс- система Viega Sanpress Inox из нержавеющей стали для отопления и питьевого водоснабжения;                  Газовый котел Kiturami WORLD- 5000;                  Набор демонстрационных стендов по применению насосного оборудования.                  11. Телевизор: 1 шт.</p>	<p>Microsoft Windows 7                  Профессиональная, Microsoft Office 2007- лицензия № 6328633 от 02.10.2017;;                  Яндекс-браузер – свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения; Adobe Reader – свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения;                  Doctor Web Security Space 12 - сублицензионный договор 711 от 03.09.2019; NanoCAD – учебная версия без аппаратного ключа; AutoCAD – учебная версия без аппаратного ключа;                  Программный комплекс ЛИРА 10.8 - сублицензионный договор № 255/2018 от 05.10.2018; ZULUGIS 8.0-демо-версия; ZULUTermo 8.0-демо-версия.</p>
<p>409 учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы</p>	<p>1) Специализированная мебель                  2) Персональный компьютер – 1 шт., подключенный к сети интернет</p>	<p>Microsoft Windows 7                  Профессиональная, Microsoft Office 2007- лицензия № 6328633 от 02.10.2017;;                  Яндекс-браузер – свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения; Adobe Reader – свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения;                  Doctor Web Security Space 12 - сублицензионный договор 711 от 03.09.2019; NanoCAD – учебная версия без аппаратного ключа; AutoCAD – учебная версия без аппаратного ключа;                  Программный комплекс ЛИРА 10.8 - сублицензионный договор № 255/2018 от 05.10.2018; ZULUGIS 8.0-демо-версия; ZULUTermo 8.0-демо-версия.</p>

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Курс «Техническая термодинамика. Тепломассообмен.» представляет собой составную часть цикла «Математические, естественнонаучные и общетехнические дисциплины» подготовки студентов по направлению «Строительство».

Целью изучения курса является обучение студентов методам теплотехнического расчета характеристик наружных ограждений в практике проектирования систем отопления и вентиляции.

Изучение дисциплины предполагает решение ряда задач, что дает возможность студентам:

1. изучить различные процессы в утепляющих и конструктивных элементах наружных ограждений зданий;
2. уяснение типовых ошибок строительства, применения строительных материалов и их влияние на микроклимат помещения и состояние конструкций;
3. изучение принципов и освоение методов расчета влажностного состояния ограждений, нестационарной теплопередачи;
4. изучение нормативной базы проектирования тепловой защиты зданий.

Занятия проводятся в виде лекций и практических занятий. Важное значение для изучения курса имеет самостоятельная работа студентов.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме опроса степени готовности РГЗ. Формой итогового контроля является зачет.

Исходный этап изучения курса предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя и приведенных в планах и заданиях к лабораторным работам, а также методических указаниях для студентов заочного обучения.

В учебниках и справочных пособиях, представленных в *списке рекомендуемой литературы* содержатся возможные ответы на поставленные вопросы. Инструментами освоения учебного материала являются основные *термины и понятия*, составляющие категориальный аппарат дисциплины. Их осмысление, запоминание и практическое использование являются обязательным условием овладения курсом.

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке контрольных работ необходимо ознакомиться с публикациями в периодических изданиях. Поиск и подбор таких изданий, статей, материалов и монографий осуществляется на основе библиографических указаний и предметных каталогов.

Изучение каждой темы следует завершать выполнением практического задания - соответствующего расчета из КР, ответами на вопросы.