

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



В.А. Уваров

« 27 » мая 2021г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Теоретические основы создания микроклимата и  
строительная теплофизика**

направление подготовки:

08.03.01 «Строительство»

профиль подготовки:

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

**Институт: инженерно-строительный**

**Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции**

Белгород – 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерством образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 года № 481;
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (Ю.Г. Овсянников)

канд. техн. наук, доцент  (Е.Н. Попов)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«Теплогазоснабжения и вентиляции»

« 14 » 05 2021 г., протокол № 12

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией  
Инженерно-строительного института

« 27 » 05 2021 г., протокол № 10

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

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
ПК-2 Способность выполнять работы по проектированию систем теплогасоснабжения и вентиляции	ПК-2.1 Выбирает исходные данные для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Знать исходные данные для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) Уметь выбирать исходные данные для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) Владеть опытом выбора исходных данных для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)
	ПК-2.2 Выбирает нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие требования для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Знать нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие требования для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) Уметь выбирать нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие требования для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) Владеть опытом работы с нормативно-техническими и нормативно-методическими документами, определяющие требования для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)
ПК-3 Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогасоснабжения и вентиляции	ПК-3.1 Рассчитывает теплотехнические показатели теплозащитной оболочки здания	Знать теплотехнические показатели теплозащитной оболочки здания Уметь рассчитывать теплотехнические показатели теплозащитной оболочки здания Владеть опытом расчета теплотехнических показателей теплозащитной оболочки здания

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### 1. Компетенция ПК-2. Способность выполнять работы по проектированию систем теплогасоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Теоретические основы создания микроклимата и строительная теплофизика
2	Отопление. Теплоснабжение
3	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
4	Газоснабжение. Теплогенерирующие установки
5	Автоматизация систем теплогасоснабжения и вентиляции
6	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
7	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
8	Тепловоздушный режим зданий
9	Основы автоматизированного проектирования внутренних климатических

	систем
10	Системы теплогазоснабжения предприятий
11	Основы проектирования магистральных газопроводов
12	Основы автоматизированного проектирования сетей тепло- и газоснабжения
13	Проектное обучение
14	Производственная исполнительская практика
15	Производственная преддипломная практика
16	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

## 2. Компетенция ПК-3. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Теоретические основы создания микроклимата и строительная теплофизика
2	Отопление. Теплоснабжение
3	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
4	Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции
5	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
6	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
7	Тепловоздушный режим зданий
8	Основы автоматизированного проектирования внутренних климатических систем
9	Системы теплогазоснабжения предприятий
10	Основы проектирования магистральных газопроводов
11	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
12	Основы автоматизированного проектирования сетей тепло- и газоснабжения
13	Проектное обучение
14	Производственная исполнительская практика
15	Производственная преддипломная практика
16	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
17	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	144
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	125	125
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задания		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	Экзамен (36 час.)

### 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	Лабораторные	Самостоятельная
1	Общие сведения о микроклимате здания и сооружений				
	Теплообмен человека с окружающей средой. Факторы, обуславливающие микроклимат: тепловой комфорт, радиационная температура помещения, температура, подвижность и влажность внутреннего воздуха. Основные виды вредных выделений в воздух помещений и их воздействие на человека. Классификация вредных веществ и	4	6		15

	<p>предельно допустимые концентрации.</p> <p>Санитарно-гигиенические требования к параметрам микроклимата. Допустимые и оптимальные условия. Комплексный учет всех факторов, определяющих самочувствие человека в помещении. Назначение отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Характеристика современного состояния техники создания микроклимата.</p>				
2	Строительная теплофизика				
	<p>Положение и роль теплофизики в строительной науке.</p> <p>Радиационная температура, коэффициент полной облученности.</p> <p>Теплообмен человека в помещении. Условия комфортности тепловой обстановки в помещении. Температура помещения.</p> <p>Характеристика теплозащитных свойств наружных ограждений. Теплоустойчивость ограждений. Приведённое сопротивление теплопередаче неоднородного ограждения.</p> <p>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.</p> <p>Нестационарный режим теплопередачи. Аналитические методы расчёта нестационарных процессов теплопередачи в ограждениях. Аналитическое решение задачи о затухании температурных колебаний в ограждениях.</p> <p>Инженерный метод расчёта теплоустойчивости ограждений для летнего периода. Методы повышения теплоустойчивости ограждений.</p> <p>Факторы, влияющие на воздушный режим здания. Воздухопроницаемость конструкций здания, понятия фильтрации, инфильтрации и эксфильтрации; связь воздушного режима здания с тепловым. Коэффициент воздухопроницаемости, сопротивление воздухопроницанию. Расчёт воздухопроницаемости наружных ограждений. Методы повышения воздухозащитных свойств ограждений.</p> <p>Влажностно-тепловой режим зданий и ограждающих конструкций. 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.</p>	16	12		15
3	Требуемый воздухообмен в помещении				
	<p>Воздух - рабочее тело вентиляционных процессов. Химический состав воздуха. Свойства влажного воздуха. Основные термодинамические характеристики: плотность, влагосодержание, относительная влажность, теплоемкость, энтальпия.</p> <p>I-d диаграмма влажного воздуха, ее построение. Изображение процессов изменения тепловлажностного состояния воздуха на диаграмме. Луч процесса и угловой коэффициент. Процессы</p>	8	8		15

	<p>нагрева и охлаждения воздуха. Адиабатическое и изотермическое увлажнение воздуха. Политропные процессы тепло-влагообмена. Процессы смешивания. Изображение на I-d диаграмме процессов тепло- и влагообмена воздуха с водой.</p> <p>Методы расчета воздухообмена. Поток вредных выделений. Расчет поступлений вредных веществ в помещение. Уравнение балансов воздуха и вредных выделений в вентилируемом помещении. Тепловой баланс помещения. Теплопоступления и теплопотери, теплоизбытки и теплонедостатки. Явное, скрытое и полное тепло. Расчет поступлений тепла и потерь теплоты. Меры теплозащиты. Источники выделения и определение количества влаги, вредных газов и паров, пыли.</p> <p>Определение воздухообмена в помещениях. Основное дифференциальное уравнение воздухообмена. Расчет расхода приточного воздуха: по избыткам явной теплоты, по массе выделяющихся вредных веществ, по избыткам влаги, по избыткам полной теплоты, по нормируемому удельному расходу приточного воздуха.</p>				
4	<p>Основы гидродинамических и тепломассообменных процессов в системах обеспечения микроклимата</p>				
	<p>Приточные струи – один из основных факторов, определяющих микроклимат помещения при воздушном отоплении, вентиляции и кондиционировании воздуха. Классификация струйных течений. Свободная изотермическая струя, структура свойства струи. Свободная неизотермическая струя, критерий Архимеда. Струи, вытекающие через решетки.</p> <p>Стесненные струи. Струи, застилающиеся на плоскость или вытекающие в ограниченное пространство. Полуограниченные струи. Тупиковая и транзитная стесненные струи. Коэффициент стеснения. Конвективные (тепловые) струи в неограниченном и ограниченном пространстве.</p> <p>Скорость, температура и расход воздуха в конвективных потоках над нагретым горизонтальным источником.</p> <p>Закономерности движения воздуха у всасывающего отверстия. Точечный и линейный стоки. Спектры всасывания у отверстий различной формы. Основные схемы движения воздуха в вентилируемом помещении в зависимости от расположения приточных и вытяжных отверстий при изотермических условиях. Циркуляция потоков воздуха в помещении при неизотермических условиях.</p> <p>Нестационарный режим вентилируемого помещения. Изменение концентрации вредных веществ в помещении при отсутствии вентиляции и заданном воздухообмене. Аварийная вентиляция, расчет и устройство.</p> <p>Движение жидкости и газа в трубах. Методы решения прямой и обратной задач и аэрогидродинамического расчета систем трубопроводов. Сложные сети. Общий алгоритм аэрогидродинамического и теплового расчета систем обеспечения микроклимата.</p>	6	8		8
	Курсовая работа				36
	Экзамен				36
	ВСЕГО	34	34		125

## 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
семестр № 5				
1	Общие сведения о микроклимате здания и сооружений	Выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха	4	4
2	Строительная теплофизика	<p>Изучение основных принципов инженерных расчетов тепловлажностных режимов наружных ограждений.</p> <p>Изучение нормативно-справочной литературы. Ознакомление с номенклатурой современных конструкций наружных ограждений. Заполнение бланка теплофизических характеристик материалов ограждений и климатических данных.</p> <p>Теплотехнический расчёт наружной стены с определением толщины утеплителя.</p> <p>Теплотехнический расчёт чердачного перекрытия для холодного периода года.</p> <p>Расчёт теплоустойчивости конструкции наружной стены для летнего периода года.</p> <p>Расчёт влажностного состояния наружной стены на возможную конденсацию в толще и на поверхности ограждения.</p> <p>Расчёты сопротивления паропропускания наружной стены из условий недопустимости и ограничения накопления влаги в ограждении.</p> <p>Расчёт воздушного режима помещения.</p>	12	12
3	Требуемый воздухообмен в помещении	<p>Расчет тепlopоступлений от технологического оборудования, людей, освещения, солнечной радиации, водных поверхностей и т.д.</p> <p>Построение процессов тепловлажностной обработки воздуха на I-d диаграмме.</p> <p>Составление уравнений балансов тепла, влаги и газов для вентилируемых помещений.</p> <p>Расчет воздухообменов в помещении по избыткам тепла и влаги с помощью I-D диаграммы.</p> <p>Расчет воздухообмена в помещениях с выделением токсичных паров и газов.</p>	12	12
4	Основы гидродинамических и теплообменных процессов в системах обеспечения	<p>Расчет гидродинамических параметров всасывающих отверстий и в сечении основного участка приточной струи.</p> <p>Расчет гидроаэродинамических параметров систем с естественной и</p>	6	6



	микроклимата	принудительной циркуляцией.		
			ИТОГО:	34
			ВСЕГО:	68

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

### 4.4. Содержание курсового проекта

Учебным планом предусмотрено выполнение курсовой работы на тему «Расчет требуемого воздухообмена общественного здания».

Исходные данные:

- район строительства объекта;
- архитектурно планировочные решения, ориентация по сторонам света;
- назначение объекта (предприятие общественного питания, бытового обслуживания и т.п), режим эксплуатации, используемые технологические процессы и оборудование.

Расчетно-графическая работа содержит следующие разделы:

- обоснование параметров наружного и внутреннего воздуха;
- расчет тепловых потерь помещений здания;
- расчет потоков вредных выделений в изолированных и смежных помещениях;
- определение параметров воздуха в вентиляционном процессе;
- расчет требуемых воздухообменов в вентилируемых помещениях здания;
- обоснование требуемых эксплуатационных характеристик вентиляционных систем здания.

### 4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуального домашнего задания

Не предусмотрено учебным планом

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенции

**Компетенция ПК-2.** Способность выполнять работы по проектированию систем теплогоснабжения и вентиляции.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-2.1 Выбирает исходные данные для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Решение задач на практических занятиях, защита курсовой работы, тестирование
ПК-2.2 Выбирает нормативно-технические и нормативно-	Решение задач на практических

методические документы, определяющие требования для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	занятиях, защита курсовой работы, тестирование
---	--

**Компетенция ПК-3.** Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-3.1 Рассчитывает теплотехнические показатели теплозащитной оболочки здания	Решение задач на практических занятиях, защита курсовой работы, тестирование, экзамен

## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Общие сведения о микроклимате здания и сооружений	<p>Гигиенические и технологические задачи систем отопления, вентиляции и кондиционирования.</p> <p>Влияния параметров окружающей среды на самочувствие человека. Тепловой баланс человека.</p> <p>Факторы, обеспечивающие требуемый микроклимат помещения.</p> <p>Тепловой комфорт и его составляющие. Зона, точка оптимума и условия теплового комфорта.</p> <p>Требования к содержанию вредных веществ, влажности и подвижности воздуха в помещениях зданий, их зависимость от назначения здания.</p> <p>Расчетные параметры внутреннего воздуха (оптимальные и допустимые), факторы, влияющие на их величину.</p> <p>Расчетные параметры наружного воздуха, их выбор при проектировании систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха.</p>
2	Строительная теплофизика	<p>Особенности тепломассообменных процессов, протекающих в наружных ограждениях зданий. Общая характеристика защитных свойств ограждающих конструкций.</p> <p>Радиационная температура помещения, и её определение. Теплообмен человека в помещении. Основные факторы, влияющие на теплоотдачу человека в помещении.</p> <p>Определение расчётного сопротивления теплопередаче и коэффициента теплопередачи наружного ограждения.</p> <p>Определение требуемого сопротивления теплопередаче наружного ограждения в соответствии со СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004.</p> <p>Условие соответствия теплозащитных характеристик наружного ограждения требованиям СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004.</p> <p>Методика проверки возможности конденсации водяных</p>

		<p>паров на внутренней поверхности наружного ограждения.</p> <p>Основы инженерной методики расчёта теплоустойчивости наружного ограждения на базе теории сквозного затухания температурных колебаний в толще ограждения.</p> <p>Характеристика влажностного состояния наружных ограждений. Факторы, влияющие на влажностное состояние.</p> <p>Расчёт сопротивления паропрооницанию многослойного наружного ограждения.</p> <p>Воздушный режим здания. Фильтрация, инфильтрация и эксфильтрация воздуха через наружные ограждения и их влияние на тепловой режим здания. Понятие о воздухопроницаемости ограждения.</p>
3	Требуемый воздухообмен в помещении	<p>Воздух как бинарная смесь. Плотность, удельный вес, вязкость воздуха. Парциальное давление сухой и влажной частей воздуха. Закон Дальтона.</p> <p>Абсолютная и относительная влажность воздуха. Влажностное содержание. Точка росы, температура мокрого термометра/Теплоемкость и теплосодержание (энтальпия) влажного воздуха, их составляющие. Расчет составляющих и теплосодержания влажного воздуха.</p> <p>I-d диаграмма влажного воздуха. Процессы изменения параметров воздуха в вентиляционных системах и их изображение на I-d диаграмме. Угловой коэффициент процесса, его расчет.</p> <p>Процессы нагрева воздуха с осушкой и увлажнением. Изображение на I-d диаграмме. Основные характеристики.</p> <p>Процессы охлаждения воздуха с осушкой и увлажнением. Изображение на I-d диаграмме. Основные характеристики.</p> <p>Процессы смешивания воздуха и их изображение на I-d диаграмме. Случай образования тумана.</p> <p>Процесс нагрева воздуха при постоянном влажностном содержании. Изображение на I-d диаграмме, характеристика. Довлажнение воздуха.</p> <p>Процессы увлажнения при постоянном теплосодержании, изображение на I-d диаграмме, характеристика. Обработка воздуха паром. Процессы осушения воздуха с помощью растворов, изображение на I-d диаграмме, характеристика.</p> <p>Источники тепловыделений. Расчет теплоступлений от технологического оборудования, людей, освещения, солнечной радиации, водных поверхностей и т.д.</p> <p>Источники влажностных выделений в помещениях. Расчет влажностных выделений от открытых водных поверхностей.</p> <p>Тепловой баланс помещения, теплоизбытки. Три вида теплового баланса.</p> <p>Способы определения требуемого воздухообмена в помещении (по уравнениям воздушного баланса и кратности воздухообмена).</p> <p>Определение требуемого воздухообмена в помещениях по углекислому газу.</p> <p>Определение требуемого воздухообмена в помещениях с выделением токсичных паров и газов.</p> <p>Расчет воздухообмена в смежных помещениях (с рециркуляцией части воздуха).</p> <p>Критерии выбора расчетного воздухообмена.</p>

4	<p>Основы гидродинамических и тепломассообменных процессов в системах обеспечения микроклимата</p>	<p>Приточные струи – основной фактор организации воздухообмена в помещении. Классификация струй, свободная изотермическая струя, ее структура и свойства.</p> <p>Конвективные (тепловые) струи, схема формирования. Закономерности движения воздуха у всасывающего отверстия.</p> <p>Циркуляция воздуха в помещении, схемы циркуляции. Циркуляция потоков воздуха в помещении при неизотермических условиях.</p> <p>Схемы общеобменной вентиляции, способы подачи и удаления воздуха. Организация воздухообмена в цехах с выделением «тяжелых» токсичных газов и паров.</p> <p>Аэрация промышленных зданий. Аэрация за счет ветрового и теплового давлений.</p> <p>Общие положения расчета систем отопления и вентиляции: потери давления на трение и местных сопротивлений, расчетное циркуляционное давление, уравнивание потерь давлений, задачи гидравлического расчета.</p> <p>Порядок расчета водяных систем отопления с естественной циркуляцией теплоносителя, основные расчетные зависимости.</p> <p>Порядок расчета водяных систем отопления с принудительной циркуляцией теплоносителя, основные расчетные зависимости.</p> <p>Порядок расчета вентиляционных систем с естественной циркуляцией, основные расчетные зависимости.</p> <p>Порядок расчета вентиляционных систем с принудительной циркуляцией, основные расчетные зависимости.</p>
---	--	--

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

Цель курсовой работы – закрепление теоретических знаний, полученных при изучении лекционного курса, приобретение практических навыков расчета теплотехнических характеристик ограждающих конструкций, определения воздухообмена, обеспечивающего нормируемые параметры воздуха в помещениях здания.

Примерные вопросы на защите курсовой работы:

- использованные методы расчета теплоступлений от технологического оборудования, людей, освещения, солнечной радиации, водных поверхностей и т.д.;
- как определялись теплоизбытки явные и полные;
- порядок построения лучей процессов тепло-влажностной обработки воздуха;
- в каких случаях прибегают к расчетному методу определения воздухообмена;
- какие соотношения по зданию суммарных расходов приточного и удаляемого воздуха допустимы и почему;
- методика составления уравнения балансов вредностей;
- методика выбора расчетного воздухообмена;
  - от каких параметров зависит значение коэффициента теплопередачи;
  - материалы с каким значением коэффициента теплопередачи предпочтительнее при строительстве жилища;
  - какое влияние коэффициента теплопроводности материала на общие теплотери помещения.

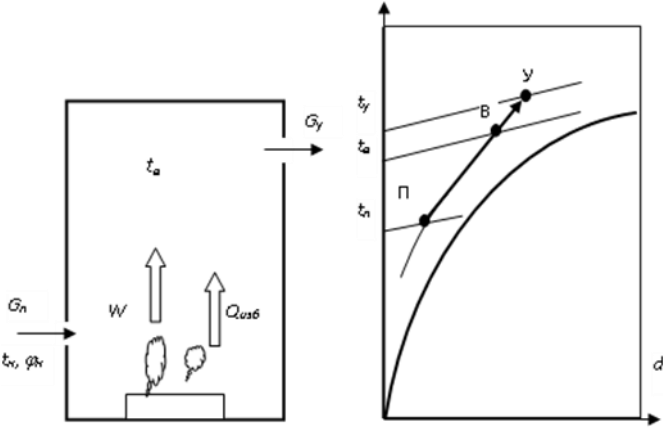
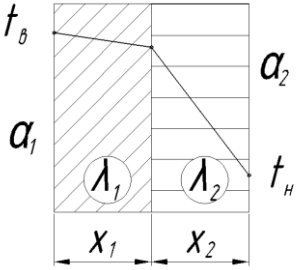
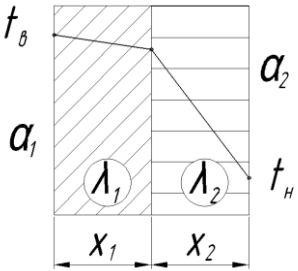
- причины возникновения конденсации водяных паров;
- способы предотвращения конденсации водяных паров на внутренней поверхности ограждающей конструкции.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения и защиты курсовой работы, решения задач на практических занятиях, тестирования.

Практические занятия.

В основном практические занятия посвящены решению разноуровневых задач и заданий, образцы которых представлены ниже.

Задача №1	<p>Определить мощность электрообогревателя <math>N</math> (Вт), необходимую для нагрева воздуха объемом <math>V</math> м<sup>3</sup> от температуры <math>t_1 = \dots</math> °С до <math>t_2 = \dots</math> °С (при <math>d = \dots</math> г/кг = const) за время <math>\tau = \dots</math> час, полагая коэффициент теплоотдачи электрообогревателя постоянным.</p>	
Задача №2	<p>Два одинаковых объема воздуха (с параметрами <math>t_1 = \dots</math> °С, <math>d_1 = \dots</math> г/кг и <math>t_2 = \dots</math> °С, <math>\varphi_2 = \dots</math> %) смешали. Определить температуру смеси <math>t_{см}</math>.</p>	
Задача №3		<p>Определить требуемый воздухообмен в помещении. Параметры приточного воздуха: <math>t_n = \dots</math> °С, <math>\varphi_n = \dots</math> %. Нормируемая температура воздуха в помещении <math>t_B = \dots</math> °С, удаляемого системой общеобменной вентиляции <math>t_y = \dots</math> °С. В помещении имеют место избыточные тепловыделения <math>Q_{изб} = \dots</math> кДж/час (полные) и влаговыведения <math>W = \dots</math> кг/час.</p>
Задача №4	 <p>Определите температуру внутренней поверхности двухслойного ограждения для следующих исходных данных: <math>x_1 = \dots</math> м; <math>x_2 = \dots</math> м; <math>\lambda_1 = \dots</math> Вт/(м °С); <math>\lambda_2 = \dots</math> Вт/(м °С); <math>\alpha_1 = \dots</math> Вт/(м<sup>2</sup> °С); <math>\alpha_2 = \dots</math> Вт/(м<sup>2</sup> °С); <math>t_b = \dots</math> °С; <math>t_n = \dots</math> °С.</p>	
Задача №5		

	<p>Определите коэффициент теплопроводности <math>\lambda_2</math> Вт/(м °С) второго слоя двухслойного ограждения для следующих исходных данных: <math>x_1 = \dots</math> м; <math>x_2 = \dots</math> м; <math>\lambda_1 = \dots</math> Вт/(м °С); <math>\alpha_1 = \dots</math> Вт/(м<sup>2</sup> °С); <math>\alpha_2 = \dots</math> Вт/(м<sup>2</sup> °С); <math>t_{в} = \dots</math> °С; <math>t_{н} = \dots</math> °С; <math>R_0 = \dots</math> м<sup>2</sup>·°С/Вт.</p>
Задача №6	<p>Определите требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждающей конструкции <math>R_{иП}</math> жилого дома для следующих условий: <math>H = \dots</math> м; <math>t_{в} = \dots</math> °С; <math>t_{н} = \dots</math> °С; <math>v = \dots</math> м/с.</p>

**Тестирование.** По основным темам лекционного и практического курсов предусмотрены тестовые вопросы (проводятся на практических занятиях), содержание некоторых из них, представлено ниже.

<p>Какая из указанных единиц является единицей измерения теплоизбытков:  1) кПа 2) м<sup>2</sup>/с 3) % 4) м/с 5) г/кг 6) кг/с 7) кДж 8) кг/м<sup>3</sup> 9) кДж/кг 10) кДж/(кг·°К)  11) (м<sup>2</sup>·°К)/Вт 12) Вт/(м<sup>2</sup>·°К) 13) Вт 14) Вт/м<sup>2</sup></p>
<p>Какая из указанных единиц является единицей измерения влагосодержания воздуха:  1) кПа 2) м<sup>2</sup>/с 3) % 4) м/с 5) г/кг 6) кг/с 7) кДж 8) кг/м<sup>3</sup> 9) кДж/кг 10) кДж/(кг·°К)  11) (м<sup>2</sup>·°К)/Вт 12) Вт/(м<sup>2</sup>·°К) 13) Вт 14) Вт/м<sup>2</sup></p>
<p>Какие из перечисленных ниже параметров внутреннего воздуха нормируются СНиП «Отопление и вентиляция»:  1. Температура воздуха 2. Влагосодержание. 3. Относительная влажность 4. Теплосодержание</p>
<p>Явное теплосодержание воздуха - это:  1) тепло содержащееся в 1 кг сухой части воздуха  2) тепло содержащееся в 1 кг водяного пара  3) тепло содержащееся в водяном паре находящимся в 1 кг воздуха  4) тепло содержащееся в 1 кг сухой части воздуха и в находящимся в нем водяном паре.</p>
<p>Требуемые воздухообмены в помещении (в результате решений уравнений балансов по вредным выделениям) составили:  по теплоизбыткам – 1000 м<sup>3</sup>/ч;  по влаговыведениям – 2000 м<sup>3</sup>/ч;  по углекислому газу – 500 м<sup>3</sup>/ч.  За расчетный приняли 1000 м<sup>3</sup>/ч, как такое решение отразится на влагосодержании воздуха в помещении: 1. уменьшится 2. увеличится 3. останется неизменным</p>
<p>Теплосодержания воздуха в 1-м и втором помещениях одинаковы. Относительная влажность воздуха в 1-м помещении меньше чем во 2-ом. Как соотносятся температуры воздуха в первом <math>t_1</math> и втором <math>t_2</math> помещениях? 1) <math>t_1 &lt; t_2</math> 2) <math>t_1 = t_2</math> 3) <math>t_1 &gt; t_2</math></p>
<p>Известны нормируемые кратности (по притоку и вытяжке) в помещении, какие два параметра необходимо еще знать, для того чтобы определить весовые расходы приточного и вытяжного воздуха?  1) объем помещения 2) теплонапряженность 3) плотность воздуха 4) высота потолков 5) теплоизбытки</p>
<p>В каком случае для определения требуемого воздухообмена в помещении составляются и решаются уравнения балансов по вредным выделениям (1 правильный ответ).  1. При значительных теплоизбытках;  2. При не стабильных (меняющихся во времени) тепло и влаговыведениях;  3. При концентрации вредных выделений выше предельно-допустимых;  4. Первые три ответа не верны.</p>
<p>Сочетание значений показателей микроклимата, которые при длительном и систематическом воздействии на человека обеспечивают тепловое состояние организма при минимальном напряжении механизмов терморегуляции и ощущение комфорта не менее чем у 80 % людей, находящихся в помещении (по ГОСТ 30494) – это:  1. Оптимальные параметры микроклимата  2. Комфортные параметры микроклимата  3. Допустимые параметры микроклимата  4. Статистические параметры микроклимата</p>

<p>Продолжительность отопительного периода – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Период времени между датой включения системы отопления и датой, следующей за датой выключения системы отопления здания или помещения (группы помещений)</li> <li>2. Период времени работы системы отопления здания, но начиная не позднее 16 октября и заканчивая не ранее 15 апреля</li> <li>3. Расчетный период времени работы системы отопления здания, представляющий собой среднее статистическое число суток в году, когда средняя суточная температура наружного воздуха устойчиво равна и ниже 8 или 10 °С в зависимости от вида здания</li> </ol>	
<p>В соответствии с СП 23-101-2004 (СНиП 23-02-2003) – Тепловая защита зданий, предусматриваются следующие условия определения сопротивления теплопередаче <math>R_0</math>, м<sup>2</sup>·°С/Вт, ограждающих конструкций:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Энергосбережения</li> <li>2. Санитарно-гигиенические</li> <li>3. Строительно-монтажные</li> <li>4. Экономические</li> </ol>	
	<p>Какой луч процесса (1...7), характеризует изменение параметров воздуха если в помещении имеют место явные тепловыделения при отсутствии теплопотерь.</p> <p>Какой луч процесса (1,2...7), характеризует изменение параметров воздуха если в помещении имеют место явные и скрытые тепловыделения при отсутствии теплопотерь.</p> <p>Какой луч процесса (1...5..7), характеризует изменение параметров воздуха если в помещении имеют место отрицательные явные теплоизбытки при неизменном влагосодержании.</p> <p>Какой луч процесса (1...4..7), характеризует изменение параметров воздуха в оросительной камере.</p> <p>Какой луч процесса (1...4..7), характеризует изменение параметров воздуха, если происходит процесс поглощения влаги из воздуха при неизменном теплосодержании.</p> <p>Какой луч процесса (1...6..7), характеризует изменение параметров воздуха в бане зимой, после того как открыли входную дверь.</p>

**Критерии оценивания тестового опроса:** 70% правильных ответов – удовлетворительно, 80% - хорошо, 90% - отлично.

#### 5.4 Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по практике	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

Умение	Умение использовать термины, определения, понятия
	Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы
	Объем освоенного материала
	Способность полностью отвечать на вопросы
	Способность четко излагать и интерпретировать знания
Владение	Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями
	Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний

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

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей, соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает



		интерпретации знаний		самостоятельные выводы
--	--	----------------------	--	------------------------

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение использовать термины, определения, понятия	Не умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, но допускает неточности формулировок	Умеет использовать термины и определения	Умеет использовать термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Умение использовать основные закономерности, соотношения, принципы	Не умеет использовать основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Умеет использовать основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не способен к освоению значительной части материала дисциплины	Способен к освоению только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Способен к освоению материала дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Способность полностью отвечать на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Способность четко излагать и интерпретировать знания	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Владения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение знаниями, терминами, определениями, понятиями	Не владеет терминами и определениями	Владеет терминами и определениями, но допускает неточности	Владеет терминами и определениями	Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их

		формулировок		самостоятельно
Владение знаниями основных закономерностей, соотношений, принципов	Не владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, их интерпретирует и использует	Владеет основными закономерностями и соотношениями, принципами построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не владеет значительной частью материала дисциплины	Владеет только основным материалом дисциплины, не усвоил его деталей	Владеет материалом дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Владеет знаниями без логической последовательности	Владеет знаниями с нарушениями в логической последовательности	Владеет знаниями без нарушений в логической последовательности	Владеет знаниями в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не способен иллюстрировать поясняющими схемами, рисунками и примерами	Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Способен выполнять поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

## **6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **6.1 Материально-техническое обеспечение**

Лекционные и практические занятия: аудитория, оснащенная презентационной техникой, комплект электронных презентаций. Комплект тестовых контрольных вопросов.

### **6.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение**

Программные комплексы «Autocad», «MS Word»

### **6.3 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов**

#### Перечень основной литературы

1. Расчет требуемого воздухообмена : метод. указания к выполнению расчетно-граф. работы для студентов направления бакалавриата 08.03.01 - Стр-во профиля подгот. "Теплогазоснабжение, вентиляция и водоотведение зданий, сооружений и населен. пунктов" / сост.: Ю. Г. Овсянников, А. И. Алифанова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 36 с. Доступ к ЭР - <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2015120210471877600000654765>

2. Богословский, В. Н. Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха) / В. Н. Богословский. - Изд. 3-е. - Санкт-Петербург : АВОК Северо-Запад, 2006. - 400 с.
3. Подпоринов, Б. Ф. Строительная теплофизика: учеб. пособие для студентов специальности 270109 / Б. Ф. Подпоринов, В. В. Шатерников ; БГТУ им. В.Г. Шухова. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2008. - 99 с.
4. Лугин И.В. Теоретические основы создания микроклимата помещений [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Лугин. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин), 2013. — 93 с. — 978-5-7795-0653-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68847.html>
5. Обеспечение параметров микроклимата в помещениях зданий [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям/ — Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 44 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16028>.— ЭБС «IPRbooks»

#### Перечень дополнительной литературы

6. Полушкин В.И., Русак О.Н., Бурцев С.И. и др. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Часть 1. Теоретические основы создания микроклимата в помещении: Учебное пособие – СПб: Профессия, 2002. – 176 с.
7. Овсянников Ю.Г. Теоретические основы создания микроклимата в помещении: учеб.-метод. пособие/ Ю. Г. Овсянников: БГТУ им. В. Г. Шухова. - 2-е изд., стер. - Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2009. - 126 с.
8. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию [Электронный ресурс]/ Зеликов В.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Инфра-Инженерия, 2013.— 624 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13551>.— ЭБС «IPRbooks»
9. Протасевич А.М. Строительная теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Протасевич А.М.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2015.— 240 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35550>.— ЭБС «IPRbooks»
10. Микроклимат зданий [Электронный ресурс] : методические указания к практическим занятиям и к выполнению курсовой работы для студентов бакалавриата, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, профиль «Теплогазоснабжение, вентиляция, отопление, водоснабжение и водоотведение зданий, сооружений и населенных пунктов», дисциплина «Строительная теплофизика и микроклимат зданий» / . — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 56 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60805.html>
11. Ананьев В.А., Балуева Л.И., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: учебное пособие – М.: «Евроклимат», из-во Арина, 2000 – 416 с.
12. СНиП 23-01-99\* Строительная климатология./Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2003.
13. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий./Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2004.
14. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий./Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2004.
15. Обеспечение параметров микроклимата в помещениях зданий [Электронный ресурс]: методические указания к практическим занятиям/ — Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 44 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16028>

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

16. <http://www.avok.ru/>
17. <http://www.u-wert.net>