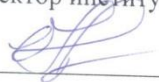


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор института заочного образования

 С.Е. Спесивцева

«__» _____ 20__ г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИСИ

 В.А. Уваров

«__» _____ 20__ г.



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
заочная

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 2019 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)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института
«Инженерно-строительный»

27.05.2021 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент  (А.Ю. Феоктистов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

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 теплогазоснабжения 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 теплогазоснабжения 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 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 | Газоснабжение. Теплогенерирующие установки |
| 5 | Автоматизация систем теплогазоснабжения 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 | Семестр № 5 |
|---|-------------|-------------|--------------|
| Общая трудоемкость дисциплины, час | 180 | 3 | 173 |
| Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.: | 8 | 2 | 6 |
| лекции | 2 | 2 | |
| лабораторные | | | |
| практические | 4 | | 4 |
| групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации | 2 | | 2 |
| Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе: | 172 | 1 | 171 |
| Курсовой проект | | | |
| Курсовая работа | 36 | | 36 |
| Расчетно-графическое задания | | | |
| Индивидуальное домашнее задание | | | |
| Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия) | 100 | 1 | 99 |
| Форма промежуточная аттестация | 36 | | Экзамен (36) |

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 з | Самостоятельная |
| 1 | Общие сведения о микроклимате здания и сооружений | | | | |
| | <p>Теплообмен человека с окружающей средой. Факторы, обуславливающие микроклимат: тепловой комфорт, радиационная температура помещения, температура, подвижность и влажность внутреннего воздуха.</p> <p>Основные виды вредных выделений в воздух помещений и их воздействие на человека. Классификация вредных веществ и 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 | | | 1 |
| | ВСЕГО | 2 | | | 1 |

Курс 3 Семестр 5

| № п/п | Наименование раздела (краткое содержание) | Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час | | | |
|-------|---|---|--------------|----------------|-----------------|
| | | Лекции | Практические | Лабораторные з | Самостоятельная |
| 2 | Строительная теплофизика | | | | |
| | <p>Положение и роль теплофизики в строительной науке. 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.</p> | | 2 | | 50 |

| | | | | | |
|---|--|---|--|----|--|
| | <p>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> | | | | |
| 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 нагрева и охлаждения воздуха. Адиабатическое и изотермическое увлажнение воздуха. Политропные процессы тепло-влажностного обмена. Процессы смешивания. Изображение на I-d диаграмме процессов тепло- и влажностного обмена 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 теплодефициты. 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> | 1 | | 50 | |

| | | | | | |
|---|--|--|---|--|-----|
| 4 | Основы гидродинамических и тепломассообменных процессов в системах обеспечения микроклимата | | | | |
| | <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> | | 1 | | 35 |
| | ВСЕГО | | 4 | | 135 |

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 | 1 | 1 |
| 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> | 1 | 1 |

| | | | | |
|--------|--|---|---|---|
| | | <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 паропрооницания наружной стены из условий недопустимости и ограничения накопления влаги в ограждении.</p> <p>Расчёт воздушного режима помещения.</p> | | |
| 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> | 1 | 1 |
| 4 | Основы гидродинамических и тепло-массообменных процессов в системах обеспечения микроклимата | <p>Расчет гидродинамических параметров всасывающих отверстий и в сечении основного участка приточной струи.</p> <p>Расчет гидроаэродинамических параметров систем с естественной и принудительной циркуляцией.</p> | 1 | 1 |
| ИТОГО: | | | 4 | 4 |

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 теплогазоснабжения 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-методические документы, определяющие требования для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) | Решение задач на практических 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 | Гигиенические и технологические задачи систем отопления, вентиляции и кондиционирования. Влияния параметров окружающей среды на самочувствие человека. Тепловой баланс человека. Факторы, обеспечивающие требуемый микроклимат помещения. Тепловой комфорт и его составляющие. Зона, точка оптимума и условия теплового комфорта. Требования к содержанию вредных веществ, влажности и подвижности воздуха в помещениях зданий, их зависимость от назначения здания. Расчетные параметры внутреннего воздуха (оптимальные и допустимые), факторы, влияющие на их величину. Расчетные параметры наружного воздуха, их выбор при проектировании систем вентиляции, отопления и кондиционирования воздуха. |
| 2 | Строительная | Особенности теплообменных процессов, |

| | | |
|----------|---|---|
| | <p>теплофизика</p> | <p>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 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 паропроницанию 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> |
| <p>3</p> | <p>Требуемый воздухообмен в помещении</p> | <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 влаговыделений в помещениях. Расчет влаговыделений от открытых водных поверхностей.</p> <p>Тепловой баланс помещения, теплоизбытки. Три вида теплового баланса.</p> <p>Способы определение 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 теплообменных 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, уравновешивание 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 теплопоступлений от технологического оборудования, людей, освещения, солнечной радиации, водных поверхностей и т.д.;

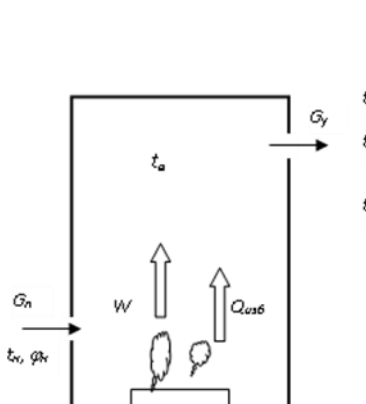
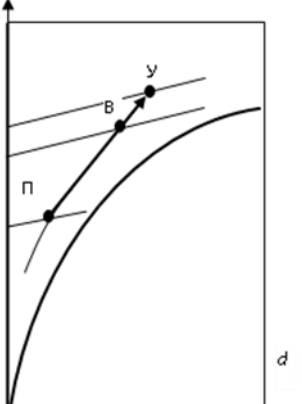
- как определялись теплоизбытки явные и полные;
- порядок построения лучей процессов тепло-влажностной обработки воздуха;
- в каких случаях прибегают к расчетному методу определения воздухообмена;
- какие соотношения по зданию суммарных расходов приточного и удаляемого воздуха допустимы и почему;
- методика 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 | Определить мощность электрообогревателя N (Bm), необходимую для нагрева воздуха объемом m^3 от температуры $t_1 = \dots$ °C до $t_2 = \dots$ °C (при $d = \dots$ г/кг = const) за время $\tau = \dots$ час, полагая коэффициент теплоотдачи электрообогревателя постоянным. |
| Задача №2 | Два одинаковых объема воздуха (с параметрами $t_1 = \dots$ °C, $d_1 = \dots$ г/кг и $t_2 = \dots$ °C, $\varphi_2 = \dots$ %) смешали. Определить температуру смеси $t_{см}$. |
| Задача №3 | <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  <p>The diagram shows a rectangular room. Air enters from the left at temperature t_n and humidity φ_n with mass flow G_n. Inside the room, there are heat sources W and moisture sources $Q_{изб}$. Air leaves the room on the right at temperature t_a and mass flow G_y.</p> </div> <div style="flex: 1;">  <p>The psychrometric chart plots temperature t on the vertical axis and humidity ratio d on the horizontal axis. It shows a saturation curve and a wet-bulb temperature line. Point 'п' (indoor air) is on the saturation curve. Point 'в' (supply air) is on the wet-bulb line. Point 'у' (return air) is a mixture of 'п' and 'в'. A process line connects 'п' and 'у'.</p> </div> <div style="flex: 2;"> <p>Определить требуемый воздухообмен в помещении. Параметры приточного воздуха: $t_n = \dots$ °C, $\varphi_n = \dots$%. Нормируемая температура воздуха в помещении $t_B = \dots$ °C, удаляемого системой общеобменной вентиляции $t_y = \dots$ °C. В помещении имеют место избыточные тепловыделения $Q_{изб} = \dots$ кДж/час (полные) и влаговыведения $W = \dots$ кг/час.</p> </div> </div> |

| | |
|------------------|---|
| <p>Задача №4</p> |  <p>Определите температуру внутренней поверхности двухслойного ограждения для следующих исходных данных: $x_1 = \dots$ м; $x_2 = \dots$ м; $\lambda_1 = \dots$ Вт/(м °С); $\lambda_2 = \dots$ Вт/(м °С); $\alpha_1 = \dots$ Вт/(м² °С); $\alpha_2 = \dots$ Вт/(м² °С); $t_b = \dots$ °С; $t_n = \dots$ °С.</p> |
| <p>Задача №5</p> |  <p>Определите коэффициент теплопроводности λ_2 Вт/(м °С) второго слоя двухслойного ограждения для следующих исходных данных: $x_1 = \dots$ м; $x_2 = \dots$ м; $\lambda_1 = \dots$ Вт/(м °С); $\alpha_1 = \dots$ Вт/(м² °С); $\alpha_2 = \dots$ Вт/(м² °С); $t_b = \dots$ °С; $t_n = \dots$ °С; $R_0 = \dots$ м²·°С/Вт.</p> |
| <p>Задача №6</p> | <p>Определите требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждающей конструкции $R_{и\text{пр}}$ жилого дома для следующих условий: $H = \dots$ м; $t_b = \dots$ °С; $t_n = \dots$ °С; $v = \dots$ 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) м²/с 3) % 4) м/с 5) г/кг 6) кг/с 7) кДж 8) кг/м³ 9) кДж/кг 10) кДж/(кг·°К) 11) (м²·°К)/Вт 12) Вт/(м²·°К) 13) Вт 14) Вт/м²</p> |
| <p>Какая из указанных единиц является единицей измерения влагосодержания воздуха: 1) кПа 2) м²/с 3) % 4) м/с 5) г/кг 6) кг/с 7) кДж 8) кг/м³ 9) кДж/кг 10) кДж/(кг·°К) 11) (м²·°К)/Вт 12) Вт/(м²·°К) 13) Вт 14) Вт/м²</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 м³/ч; по влаговыведениям – 2000 м³/ч; по углекислому газу – 500 м³/ч. За расчетный приняли 1000 м³/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 t_1 и втором t_2 помещениях? 1) $t_1 < t_2$ 2) $t_1 = t_2$ 3) $t_1 > t_2$</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: 1. Период времени между датой включения системы отопления и датой, следующей за датой выключения системы отопления здания или помещения (группы помещений) 2. Период времени работы системы отопления здания, но начиная не позднее 16 октября и заканчивая не ранее 15 апреля 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</p> | |
| <p>В соответствии с СП 23-101-2004 (СНиП 23-02-2003) – Тепловая защита зданий, предусматриваются следующие условия определения сопротивления теплопередаче R_0, м²·°С/Вт, ограждающих конструкций: 1. Энергосбережения 2. Санитарно-гигиенические 3. Строительно-монтажные 4. Экономические</p> | |
| | <p>Какой луч процесса (1...7), характеризует изменение параметров воздуха если в помещении имеют место явные тепловыделения при отсутствии теплопотерь. Какой луч процесса (1,2...7), характеризует изменение параметров воздуха если в помещении имеют место явные и скрытые тепловыделения при отсутствии теплопотерь. Какой луч процесса (1...5..7), характеризует изменение параметров воздуха если в помещении имеют место отрицательные явные теплоизбытки при неизменном влагосодержании. Какой луч процесса (1...4..7), характеризует изменение параметров воздуха в оросительной камере. Какой луч процесса (1...4..7), характеризует изменение параметров воздуха, если происходит процесс поглощения влаги из воздуха при неизменном теплосодержании. 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 интерпретации знаний | Грамотно и по существу излагает знания | Грамотно и точно излагает знания, делает 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 | Способен выполнять поясняющие схемы и рисунки | Способен выполнять поясняющие | Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, |

| | | | | |
|--|--|---|--|---|
| | схемами, рисунками и примерами | небрежно и с ошибками | рисунки и схемы корректно и понятно | 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 формулировок | Владеет терминами и определениями | Владеет терминами и определениями, может корректно сформулировать их 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. Ананьенв В.А., Балужева 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>