

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



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИСИ

В.А. Уваров

05 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Оборудование и энергосберегающие технологии  
систем обеспечения микроклимата**

направление подготовки:

08.03.01 «Строительство»

профиль подготовки:

«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

**Институт: инженерно-строительный**

**Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции**

Белгород – 2019

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)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«Теплогазоснабжения и вентиляции»

« 14 » 05 2019 г., протокол № 12

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией  
Архитектурно-строительного института

« 30 » 05 2019 г., протокол № 10

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

# 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
Проектный	ПКО-1. Способность выполнять работы по проектированию систем теплогаснабжения и вентиляции	ПКО-1.1. Выбор исходных данных для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	<p><b>Знать:</b> методологию нормирования параметров систем ОВК</p> <p><b>Уметь:</b> определять нормативные требования к эксплуатационным параметрам систем ОВК</p> <p><b>Владеть:</b> навыками выбора исходных данных для проектирования систем ОВК</p>
		ПКО-1.2. Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих требования для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	<p><b>Знать:</b> перечень нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих требования для проектирования систем ОВК</p> <p><b>Уметь:</b> определять необходимую для решения конкретной задачи нормативно-техническую и нормативно-методическую документацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками с нормативно-технической документацией.</p>
		ПКО-1.5. Выбор компоновочного решения системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	<p><b>Знать:</b> основные принципы компоновки систем ОВК</p> <p><b>Уметь:</b> использовать основные принципы компоновки систем ОВК при решении конкретных задач.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками компоновки систем ОВК</p>
		ПКО-1.6. Выбор оборудования и арматуры для системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	<p><b>Знать:</b> принцип действия, технические характеристики, область применения оборудования и арматуры систем ОВК</p> <p><b>Уметь:</b> производить подбор оборудования и арматуры систем ОВК, исходя из требуемых показателей микроклимата помещений.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками выбора оборудования и арматуры для систем ОВК.</p>
		ПКО-1.7. Подготовка и оформление графической части проектной и рабочей документации системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	<p><b>Знать:</b> требования, предъявляемые к оформлению графической части проектной и рабочей документации</p> <p><b>Уметь:</b> оформлять проектную и рабочую документацию в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками оформления проектной и рабочей документацией систем ОВК.</p>
Проектный	ПКО-2. Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогаснабжения	ПКО-2.2. Выбор варианта системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции) на основе сравнения типовых решений отдельных элементов и узлов	<p><b>Знать:</b> типовые решения систем ОВК.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить анализ типовых решений систем ОВК</p> <p><b>Владеть:</b> навыками анализа типовых решений и принятия рационального варианта систем ОВК.</p>

	<p>снабжения и вентиляции</p>	<p>ПКО-2.3. Расчет теплотехнических и гидравлических параметров системы теплоснабжения (газоснабжения)</p>	<p><b>Знать:</b> основные положения расчета теплотехнических и гидравлических параметров систем ОВК  <b>Уметь:</b> определять требуемые теплотехнические гидродинамические характеристики систем теплогаснабжения и вентиляции.  <b>Владеть:</b> практическими навыками расчета теплотехнических и гидравлических параметров систем ОВК, исходя из требуемых показателей микроклимата помещений.</p>
		<p>ПКО-2.4. Расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха</p>	<p><b>Знать:</b> основные положения расчета теплотехнических и гидравлических параметров систем вентиляции.  <b>Уметь:</b> определять требуемые теплотехнические гидродинамические характеристики систем вентиляции.  <b>Владеть:</b> практическими навыками расчета теплотехнических и гидравлических параметров систем вентиляции, исходя из требуемых показателей микроклимата помещений.</p>
		<p>ПКО-2.7. Подготовка текстовой части проектной документации системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)</p>	<p><b>Знать:</b> требования, предъявляемые к оформлению текстовой части проектной и рабочей документации систем ОВК.  <b>Уметь:</b> оформлять текстовую документацию в соответствии с предъявляемыми к ним требованиям.  <b>Владеть:</b> навыками оформления текстовой документации систем ОВК.</p>
<p>Проектный</p>	<p>ПКО-3. Способность организовывать технологические процессы работы систем и оборудования теплогаснабжения и вентиляции</p>	<p>ПКО-3.1. Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих технологические параметры работы систем и оборудования теплогаснабжения и вентиляции</p>	<p><b>Знать:</b> перечень нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих технологические параметры работы систем ОВК и используемого оборудования.  <b>Уметь:</b> определять необходимую для решения конкретной задачи нормативно-техническую и нормативно-методическую документацию.  <b>Владеть:</b> навыками с нормативно-технической документацией.</p>
		<p>ПКО-3.2. Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования отопления</p>	<p><b>Знать:</b> методы и приборную базу контроля функционирования систем отопления.  <b>Уметь:</b> проводить диагностику функционирования систем отопления.  <b>Владеть:</b> навыками принятия решений по оптимизации технологических процессов работы систем отопления.</p>
		<p>ПКО-3.4. Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем вентиляции и оборудования очистки воздуха</p>	<p><b>Знать:</b> методы и приборную базу контроля функционирования систем ОВК.  <b>Уметь:</b> проводить диагностику функционирования систем ОВК.  <b>Владеть:</b> навыками принятия решений по оптимизации технологических процессов работы систем вентиляции и оборудования очистки воздуха</p>

		<p>ПКО-3.5. Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования кондиционирования воздуха и холодоснабжения</p>	<p><b>Знать:</b> методы и приборную базу контроля функционирования систем и оборудования кондиционирования воздуха и холодоснабжения..</p> <p><b>Уметь:</b> проводить диагностику функционирования систем и оборудования кондиционирования воздуха и холодоснабжения</p> <p><b>Владеть:</b> навыками принятия решений по оптимизации технологических процессов работы систем систем и оборудования кондиционирования воздуха и холодоснабжения.</p>
ПКР-3. Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции	ПКР-3.4. Выбор нормативно-технических документов, регламентирующих санитарную, пожарную и экологическую безопасность функционирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)		<p><b>Знать:</b> перечень нормативно-технических и нормативно-методических документов, регламентирующих санитарную, пожарную и экологическую безопасность функционирования систем ОВК.</p> <p><b>Уметь:</b> определять необходимую для решения конкретной задачи нормативно-техническую и нормативно-методическую документацию.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками с нормативно-технической документацией.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Компетенция ПКО-1.** 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	Основы автоматизированного проектирования внутренних климатических систем Тепловоздушный режим зданий

**Компетенция. ПКО-2.** Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Теоретические основы создания микроклимата и строительная тепло-

	физика
2	Отопление. Теплоснабжение
3	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
4	Газоснабжение. Теплогенерирующие установки
5	Математическое моделирование 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

**Компетенция ПКО-3.** Способность организовывать технологические процессы работы систем и оборудования теплогазоснабжения и вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Отопление. Теплоснабжение
2	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
3	Газоснабжение. Теплогенерирующие установки
4	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
5	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
6	Тепловоздушный режим зданий
7	Системы теплогазоснабжения предприятий
8	Основы проектирования магистральных газопроводов
9	Способы и средства энерго- и ресурсосбережения при тепло- и газоснабжении населенных мест и производств
10	Производственная технологическая практика (4)

**Компетенция ПКР-3.** Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименование дисциплины
1	Аэрогидродинамика и нагнетатели инженерных систем
2	Отопление. Теплоснабжение
3	Вентиляция. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение
4	Газоснабжение. Теплогенерирующие установки
5	Эксплуатация и наладка систем теплогазоснабжения и вентиляции
6	Оборудование и энергосберегающие технологии систем обеспечения микроклимата
7	Основы проектирования и конструирования обеспыливающих систем
8	Производственная технологическая практика (4)

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	80	136
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	70	34	36
лекции	35	17	18
лабораторные			
практические	35	17	18
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	146	46	100
Курсовой проект	54		54
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задания	18	18	
Индивидуальное домашнее задание			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	74	28	46
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	Зачет, Экзамен(36)	Зачет	Экзамен (36)

### 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	Инженерные системы обеспечения микроклимата				
	<p>Нормативные документы (строительные нормы и правила, ГОСТы, СанПиН), регламентирующие требования к воздушной среде помещений. Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха при проектировании систем обеспечения микроклимата. Классификация, функциональное назначение систем обеспечения микроклимата (СОМ: наружные ограждающие конструкции зданий (НОК); системы отопления (СО); системы вентиляции (СВ); системы кондиционирования воздуха (СКВ)).</p> <p>Теоретические основы снижения энергопотребления зданий. Теплотери здания, пути снижения теплопотерь и целесообразность энергосберегающих мероприятий. Архитектурные решения энергоэффективных зданий.</p>	3	2		4



2	Процессы и оборудование тепло-влажностной обработки воздуха.				
	<p>Свойства влажного воздуха. Основные термодинамические характеристики: плотность, влагосодержание, относительная влажность, теплоемкость, энтальпия. диаграмма влажного воздуха, ее построение. Изображение процессов изменения тепловлажностного состояния воздуха на I-d диаграмме. Преобразование скрытого тепла в явное – источник энергосбережения.</p> <p>Процессы нагрева и охлаждения воздуха и их отображение на I-d диаграмме. Чистый нагрев Классификация калориферов. Конструкции различных типов калориферов. Установка калориферов. Способы регулирования температуры приточного воздуха. Расчет калориферов. Коэффициент теплопередачи и аэродинамическое сопротивление калориферов. Защита калориферов от замерзания.</p> <p>Чистое охлаждение. Охлаждение с конденсацией водяных паров. Основные принципы охлаждения воздуха в поверхностных теплообменниках. Устройство и принцип действия системы холодоснабжения на основе холодильных машин. Устройство и принцип действия системы холодоснабжения на основе аппаратов контактного типа. Тепловой поверочный расчет испарителя. Тепловой поверочный расчет конденсатора. Расчет градирни в схеме оборотного водоснабжения.</p> <p>Технологии и оборудование для увлажнения воздуха. Особенности тепло - и массообмена при контакте воздуха с поверхностью жидкости. Изотермическое и адиабатное увлажнение воздуха. Системы увлажнения воздуха изотермического типа: электродные, электронагревательные и газовые. Процессы обработки воздуха в системах изотермического типа. Оборудование для увлажнения воздуха изотермического типа. Системы адиабатного увлажнения воздуха. Форсуночные камеры орошения, системы доувлажнения воздуха в помещении: водо-воздушные и водяные. Обработка воздуха в форсуночных камерах орошения. Построение процессов обработки воздуха в I-d диаграмме для летнего и зимнего режимов работы в системах изотермического и адиабатного типа. Подбор и расчет аппаратов увлажнения воздуха. Процессы обработки воздуха перегретой водой.</p> <p>Технологии и оборудование для осушки воздуха. Необходимость осушки воздуха. Осушка воздуха. Способы осушки воздуха. Осушка воздуха твердыми и жидкими сорбентами. Физические основы. Свойства твердых и жидких сорбентов. Построение линий постоянной относительной влажности для растворов в I-d диаграмме. Процессы обработки воздуха твердыми и жидкими сорбентами. Установки по осушке воздуха. Расчет установок для осушки воздуха (количества твердого сорбента, расхода раствора и т. д.).</p>	6	10		10
3	Системы отопления, оборудование, энергетическая эффективность.				
	<p>Классификация систем отопления. Местные и централизованные системы отопления. Структурные схемы систем. Сравнение и область применения основных систем водяного, парового и воздушного отопления. Зависимые и независимые присоединения системы к наружному теплопроводу.</p> <p>Основное оборудование водяных систем отопления. Отопительные приборы, схемы обвязки, их энергетическая эффективность, регулирование теплоотдачи отопительного прибора, термостатический вентиль. Балансировка СО, автоматические балансировочные клапаны, гидравлическая стрелка. Размещение труб в зданиях. Расположение</p>	8	5		14



	<p>запорной арматуры. Компенсация теплового удлинения труб. Централизованные и местные системы удаления воздуха, автоматические воздухоотводчики. Арматура для удаления воздуха. Оборудование для очистки теплоносителя и компенсации температурного расширения. Циркуляционные насосы, методика выбора насоса.</p> <p>Паровое отопление. Схемы замкнутых и разомкнутых систем парового отопления. Удаление попутного конденсата. Запорно-регулируемая арматура. Оборудование систем: редукционные клапаны, гидравлические затворы, конденсатоотводчики, конденсационные баки, конденсационные насосы, предохранительные приспособления, предохранительные клапаны, Дросселирующие шайбы.</p> <p>Панельно-лучистое отопление, область применения. Средняя температура поверхности ограждений помещения. Особенности теплообмена в помещениях. Конструкции отопительных панелей. Металлические и бетонные панели. Потолочные, напольные, стеновые панели. Греющие элементы панелей. Теплоносители и схемы систем панельного отопления. Расчетная температура теплоносителя. Площадь и температура отопительных панелей. Определение площади нагревательной поверхности.</p> <p>Воздушное отопление. Расход теплоты на нагревание воздуха в рециркуляционных и прямооточных системах. Местное воздушное отопление. Отопительные агрегаты, рециркуляционные воздухонагреватели. Рекуперационные воздухонагреватели. Тепловая мощность, выбор теплоносителя и нагревателя. Тепловой и аэродинамический расчеты рециркуляционного воздухонагревателя. Комбинированные СО, дежурное отопление.</p> <p>Электрические отопительные приборы. Классификация. Панели электрического отопления с греющим кабелем, разновидности «греющих обоев», подвесные электрические панели, печи ПЭТ, электроконвертор, электрокамин, электрорадиатор, электротепловентилятор. Расчет тепловой мощности электроотопительных приборов. Электроаккумуляционное отопление.</p>				
РГЗ					18
ВСЕГО		17	17		46

#### Курс 4 Семестр 8

4	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха				
	<p>Классификация вентиляционных систем по назначению и способу побуждения движения воздуха. Виды вентиляционных систем и область их применения. Системы вентиляции с применением кондиционирования воздуха и рециркуляции. Основные элементы вентиляционных систем различного назначения. Нормативные документы на проектирование вентиляции.</p> <p>Особенности конструктивных решений вентиляционных систем, Основное вентиляционное оборудование: вентагрегаты, калориферы, фильтры, теплоутилизаторы.</p> <p>Устройства для забора воздуха. Приточные и вытяжные камеры, их размещение. Воздушные фильтры, применяемые для очистки наружного и рециркуляционного воздуха, их классификация. Основные показатели работы фильтров.</p> <p>Конструкции воздухораспределительных устройств. Основные способы подачи приточного воздуха. Аэродинамические и тепловые ха-</p>	10	10		14

рактеристики воздухораспределителей.

Назначение, основные требования и классификация местных отсосов. Открытые, полуоткрытые и полностью закрытые отсосы. Вытяжные шкафы, их типы. Расчет вытяжных шкафов с естественной и механической вытяжкой. Вентилируемые камеры и кабины. Окрасочная камера, рекомендуемые скорости воздуха в рабочих проемах.

Бортовые отсосы, область применения. Вытяжные зонты. Конструкция зонтов, область применения. Расчет вытяжных зонтов для улавливания вертикальных конвективных потоков и зонтов-козырьков. Отсасывающие панели. Прямоугольные вертикальные панели, панель Чернобережского.

Конструктивное выполнение воздушных душей, воздухораспределители для воздушного душирования (душирующие патрубки). Расчет воздушных душей. Душирование по способу ниспадающего потока.

Принцип действия. Назначение и классификация воздушных завес. Воздушные завесы периодического и постоянного действия. Расчет воздушных завес шиберующего и смесительного типа.

Классификация калориферов. Конструкции различных типов калориферов. Установка калориферов. Способы регулирования температуры приточного воздуха. Расчет калориферов. Коэффициент теплопередачи и аэродинамическое сопротивление калориферов. Защита калориферов от замерзания. Использование теплоты уходящего воздуха для нагревания приточного воздуха. Основные принципы охлаждения воздуха в поверхностных теплообменниках.

Конструктивное выполнение вентиляционных систем гражданских и промышленных зданий Нормативные документы на проектирование вентиляции. Вентиляция жилых зданий, детских учреждений, учебных заведений, лечебно-профилактических учреждений, административных зданий, предприятий общественного питания и коммунального хозяйства, театров, кинотеатров и клубов. Особенности конструктивных решений вентиляционных систем.

Промвентиляция. Цехи с избытками тепла (литейные, кузнечно-прессовые, термические). Цехи с избытками влаги. Производства, связанные с переработкой и транспортированием сыпучих материалов. Сварочные, деревообрабатывающие, окрасочные, гальванические и травильные цехи. Оптимальное число вентиляционных установок в здании.

Системы кондиционирования воздуха. Типы центральных кондиционеров: прямоточные центральные кондиционеры, центральные кондиционеры с рециркуляцией, центральные кондиционеры с теплоутилизацией. Производительность систем, определение воздухообмена в помещении, параметров наружного воздуха, внутреннего и удаляемого воздуха. Определение параметров приточного воздуха.

Построение процессов на I-d-диаграмме для прямоточной схемы СКВ (теплого и холодного периодов года).

Рециркуляция в системах обеспечения микроклимата. Смещение двух количеств влажного воздуха. Изображение процесса на I-d диаграмме, определение параметров смеси. Схема СКВ с первой рециркуляцией для теплого и холодного периодов года. Схема обработки воздуха с первой и второй рециркуляциями.

Виды рекуператоров (пластинчатые, роторные с промежуточным теплоносителем, крышные).

Процессы обработки воздуха в конденсационных теплоутилизаторах с охлаждением и осушкой воздуха. Подбор и поверочный тепло-

	вой расчет конденсационных теплоутилизаторов. Метод коэффициента влаговываждения. Метод замены реального процесса «условно сухим». Примеры применения конденсационных теплоутилизаторов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха с целью утилизации теплоты вытяжного воздуха.				
5	Основные положения гидродинамического расчета и нагнетатели систем обеспечения микроклимата.				
	<p>Особенности гидродинамики жидких и газообразных сред. Основные положения и алгоритм гидравлического расчета систем отопления и вентиляции. Отличительные особенности расчета систем с естественным и принудительным побуждением.</p> <p>Нагнетатели систем обеспечения микроклимата. Характеристики насосов и вентиляторов (подача, давление, расходуемая мощность и КПД). Регулирование подачи. Характеристика сети. Построение характеристики простого и сложного трубопроводов. Давление нагнетателя, работающего в сети. Метод наложения характеристик, рабочая точка. Особенности определения рабочей точки для отопительно-вентиляционных систем и систем аспирации. Работа нагнетателя на сеть с постоянным давлением или разряжением. Регулировка подачи нагнетателей. Совместная работа нагнетателей. Параллельное, последовательное и смешанное включение нагнетателей. Выбор нагнетателей котельной установки: питательного и сетевого насосов, дутьевого вентилятора и дымососа. Насосы систем водяного отопления. Выбор циркуляционного, смесительного и конденсатного насосов.</p>	4	4		8
6	Альтернативные источники энергии, перспективы использования в системах обеспечения микроклимата.				
	<p>Источники природной и сбросной теплоты для систем отопления. Классификация, характеристика. Солнечная энергия. Системы солнечного отопления. Определения, классификация. Пассивные системы солнечного отопления. Схемы, устройство, цели и задачи расчета, основные расчетные зависимости. Активные системы солнечного отопления. Принципиальная схема, основные конструктивные элементы. Гелиоприемники. Классификация, устройство, конструктивные характеристики, расчетные зависимости. Теплоаккумуляторы. Классификация. Устройство. Характеристика теплоаккумулирующих материалов. Расчет теплоаккумуляторов. Тепловой насос. Устройство, расчетные зависимости. Схемы активных систем солнечного отопления. Алгоритм расчета активных систем солнечного отопления. Системы геотермального отопления. Классификация. Характеристика термальных вод. Схема систем геотермального отопления. Расчет. Системы отопления, использующие теплоту атмосферного воздуха, поверхность вод и грунта. Классификация, устройство, схемы, расчет. Системы отопления, использующие сбросную теплоту различных энергоисточников (ВЭР). Классификация, устройство, принципиальные схемы, расчет.</p>	4	4		8
	Курсовой проект				54
	Экзамен				36
	ВСЕГО	18	18		146
	ИТОГО	35	35		216

## 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
<b>семестр № 7</b>				
1	Инженерные системы обеспечения микроклимата	Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха. Теплотехнический расчёт наружной стены и чердачного перекрытия с определением толщины утеплителя.	2	2
2	Процессы и оборудование тепло-влажностной обработки воздуха, энергосберегающие мероприятия.	Построение процессов тепловлажностной обработки воздуха. Чистый нагрев, подбор и поверочный тепловой расчет калорифера. Подбор и расчет аппаратов увлажнения воздуха. Расчет форсуночных камер орошения, процессы обработки воздуха перегретой водой. Расчет установок для осушки воздуха (адсорбционных и абсорбционных). Построение процессов обработки воздуха в конденсационных теплоутилизаторах. Подбор и поверочный тепловой расчет конденсационных теплоутилизаторов.	10	10
3	Системы отопления, оборудование, энергетическая эффективность.	Составление теплового баланса здания при применении воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией Расчет и сопоставление необходимого тепла в рециркуляционных и прямоточных системах воздушного отопления.	5	5
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>34</b>
<b>семестр № 8</b>				
4	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	Анализ конструктивных решений вентиляционных и противодымных систем промышленных и гражданских зданий Расчет прямоточной схемы СКВ (для теплого и холодного периодов года). Расчет СКВ с первой рециркуляцией для теплого и холодного периодов года.	6	6
5	Основные положения гидродинамического расчета и нагнетатели систем обеспечения микроклимата.	Построение характеристики гидравлической и вентиляционной сети. Подбор побудителя тяги, определение подачи, развиваемого давления и требуемой мощности. Определение диапазона требуемого числа оборотов привода нагнетателя при изменении гидравлического сопротивления сети. Параллельное и последовательное включение центробежных насосов, построение совместных характеристик определение рабочей точки. Выбор нагнетателей котельной уста-	9	9

		новки: питательного и сетевого насосов, дутьевого вентилятора и дымососа. Выбор циркуляционного, смесительного и конденсатного насосов.		
6	Альтернативные источники энергии, перспективы использования в системах обеспечения микроклимата	Алгоритм расчета активных систем солнечного отопления. Алгоритм расчета системы отопления, использующие теплоту атмосферного воздуха, поверхности вод и грунта. Анализ перспектив использования альтернативные источники энергии (систем солнечного, геотермального отопления; системы отопления, использующие теплоту атмосферного воздуха, поверхности вод и грунта, сбросную теплоту различных энергоисточников	3	3
ИТОГО:			18	18
ВСЕГО:			35	35

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом

### 4.4. Содержание курсового проекта

Предусматривается выполнение курсового проекта (семестр №8).

Курсовой проект является составной частью выпускной квалификационной работы.

Задание выдается индивидуально исходя из тематики дипломной работы, которая согласуется с руководителем выпускной квалификационной работы.

В состав курсового проекта входят расчетно-пояснительная записка (30...40 стр.), содержащая расчеты основных характеристик систем обеспечения микроклимата, и графическая часть (2...3 листа формата Ф1), содержащая планы и разрезы здания с нанесением систем обеспечения микроклимата и их аксонометрические схемы.

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

Учебным планом предусмотрено выполнение расчетно-графического задания (семестр № 7)

**Цель** – закрепление теоретических знаний, полученных при изучении лекционного курса, приобретение практических навыков выполнения расчетов и рационального выбора технологического оборудования, применяемого в системах обеспечения микроклимата зданий.

Темы: Подбор и поверочный тепловой расчет калорифера.

Расчет форсуночных камер орошения.

Подбор и поверочный тепловой расчет конденсационных теплоутилизаторов.

Расчет установок для осушки воздуха (адсорбционных и абсорбционных).

Расчет теплых полов.

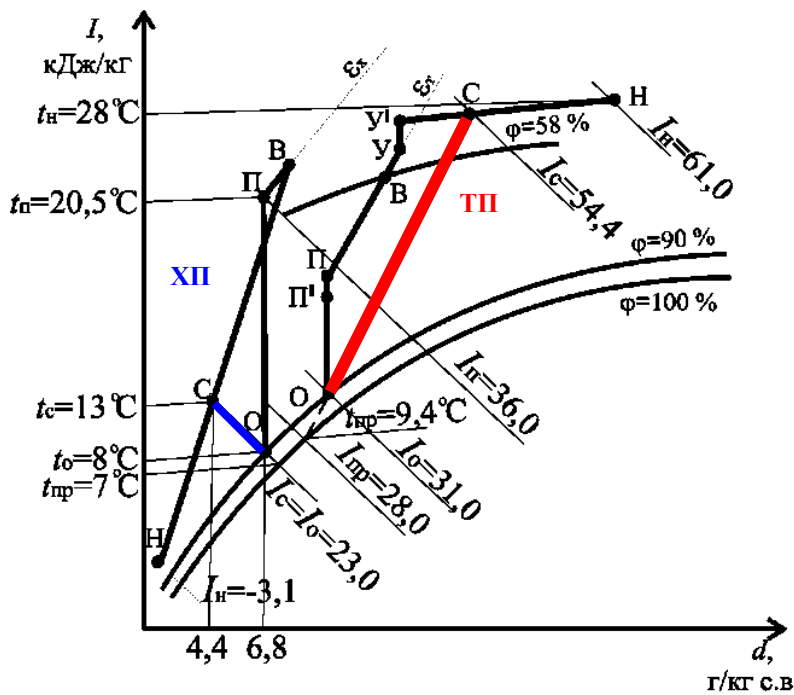
Пример задания к выполнению РГЗ.

Тема: Расчет оросительной камеры ОКФЗ для теплого и холодного периода года

#### *Исходные данные*

Расход приточного воздуха составляет  $G_{пр} = 32400$  кг/ч.

Схемы обработки воздуха в центральном кондиционере приведены на рис.



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

### 5.1. Реализация компетенции

**Компетенция ПКО-1.** Способность выполнять работы по проектированию систем тепло-газоснабжения и вентиляции.

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПКО-1.1. Выбор исходных данных для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Практические занятия, выполнение РГЗ, КП.
ПКО-1.2. Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих требования для проектирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Практические занятия, выполнение РГЗ, КП
ПКО-1.5. Выбор компоновочного решения системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Практические занятия, выполнение РГЗ, КП
ПКО-1.6. Выбор оборудования и арматуры для системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Практические занятия, выполнение РГЗ, КП, экзамен, зачет
ПКО-1.7. Подготовка и оформление графической части проектной и рабочей документации системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Оформление РГЗ, КП

**Компетенция ПКО-2.** Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПКО-2.2. Выбор варианта системы теплоснабже-	Практические занятия, выполнение

ния (газоснабжения, вентиляции) на основе сравнения типовых решений отдельных элементов и узлов	РГЗ, КП.
ПКО-2.3. Расчет теплотехнических и гидравлических параметров системы теплоснабжения (газоснабжения)	Практические занятия, выполнение РГЗ, КП, экзамен, зачет
ПКО-2.4. Расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха	Практические занятия, выполнение РГЗ, КП
ПКО-2.7. Подготовка текстовой части проектной документации системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Практические занятия, выполнение РГЗ, КП

**Компетенция ПКО-3.** Способность организовывать технологические процессы работы систем и оборудования теплогазоснабжения и вентиляции

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПКО-3.1. Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов, определяющих технологические параметры работы систем и оборудования теплогазоснабжения и вентиляции	Решение задач на практических занятиях, защита КП, тестирование.
ПКО-3.2. Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования отопления	РГЗ, КП, экзамен, зачет
ПКО-3.4. Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем вентиляции и оборудования очистки воздуха	РГЗ, КП, экзамен, зачет
ПКО-3.5. Контроль и разработка мер по оптимизации технологических процессов работы систем и оборудования кондиционирования воздуха и холодоснабжения	Решение задач на практических занятиях, защита КП, РГЗ, тестирование.

**Компетенция ПКР-3.** Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПКР-3.4. Выбор нормативно-технических документов, регламентирующих санитарную, пожарную и экологическую безопасность функционирования системы теплоснабжения (газоснабжения, вентиляции)	Практические занятия, выполнение РГЗ, КП



## 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	Инженерные системы обеспечения микроклимата	<p>Нормативные документы (строительные нормы и правила, ГОСТы, СанПиН), регламентирующие требования к воздушной среде помещений.</p> <p>Расчетные параметры наружного и внутреннего воздуха при проектировании систем обеспечения микроклимата.</p> <p>Теоретические основы снижения энергопотребления зданий. Теплопотери здания, пути снижения теплопотерь и целесообразность энергосберегающих мероприятий. Архитектурные решения энергоэффективных зданий.</p>
2	Процессы и оборудование тепло-влажностной обработки воздуха, энергосберегающие мероприятия.	<p>Изображение процессов изменения тепловлажностного состояния воздуха на I-d диаграмме. Преобразование скрытого тепла в явное – источник энергосбережения.</p> <p>Процессы нагрева и охлаждения воздуха и их отображение на I-d диаграмме. Чистый нагрев</p> <p>Классификация калориферов. Конструкции калориферов. Способы регулирования температуры приточного воздуха.</p> <p>Расчет калориферов. Коэффициент теплопередачи и аэродинамическое сопротивление калориферов. Защита калориферов от замерзания.</p> <p>Чистое охлаждение. Охлаждение с конденсацией водяных паров. Основные принципы охлаждения воздуха в поверхностных теплообменниках.</p> <p>Устройство и принцип действия системы холодоснабжения на основе холодильных машин.</p> <p>Устройство и принцип действия системы холодоснабжения на основе аппаратов контактного типа.</p> <p>Особенности тепло - и массообмена при контакте воздуха с поверхностью жидкости. Изотермическое и адиабатное увлажнение воздуха.</p> <p>Оборудование для увлажнения воздуха изотермического типа.</p> <p>Обработка воздуха в форсуночных камерах орошения. Построение процессов обработки воздуха в I-d диаграмме для летнего и зимнего режимов работы в системах изотермического и адиабатного типа.</p> <p>Форсуночные камеры орошения, системы доувлажнения воздуха в помещении: водо-воздушные и водяные.</p> <p>Способы осушки воздуха. Построение процессов в I-d диаграмме</p> <p>Осушка воздуха твердыми и жидкими сорбентами. Физические основы. Свойства твердых и жидких сорбентов.</p> <p>асчет установок для осушки воздуха (количества твердого сорбента, расхода раствора и т. д.).</p>
3	Системы отопления, оборудование, энергетическая эффективность.	<p>Классификация систем отопления. Зависимые и независимые присоединения системы к наружному теплопроводу.</p> <p>Водоводяные теплообменники для отопления.</p> <p>Теплопроводы. Размещение труб в зданиях. Расположение запорной арматуры.</p>

		<p>Компенсация теплового удлинения труб.</p> <p>Водоструйные элеваторы. Схема действия элеватора, расчет диаметра горловины и сопла элеватора.</p> <p>Классификация, область применения парового отопления. Схемы замкнутых и разомкнутых систем парового отопления.</p> <p>Оборудование систем парового отопления. , водоотделение, редукционные клапаны, гидравлические затворы, конденсатоотводчики, конденсационные баки, конденсационные насосы, предохранительные приспособления, предохранительные клапаны, дросселирующие шайбы.</p> <p>Панельно-лучистое отопление. Особенности, область применения. Средняя температура поверхности ограждений помещения. Особенности теплообмена в помещениях.</p> <p>Конструкции отопительных панелей. Расчетная температура теплоносителя. Площадь и температура отопительных панелей.</p> <p>Воздушное отопление. Расход теплоты на нагревание воздуха в рециркуляционных и прямоточных системах.</p> <p>Рекуперационные воздухонагреватели. Тепловой и аэродинамический расчеты рециркуляционного воздухонагревателя.</p> <p>Комбинированные СО, дежурное отопление.</p> <p>Расчет тепловой мощности электроотопительных приборов.</p> <p>Конденсационные котлы, конструкция, принцип действия, характеристики.</p> <p>Регулирование теплоотдачи отопительного прибора, термостатический вентиль.</p> <p>Гидравлический разделитель (гидравлическая стрелка).</p>
4	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	<p>Классификация вентиляционных систем. Виды вентиляционных систем и область их применения.</p> <p>Нормативные документы на проектирование вентиляции.</p> <p>Основное вентиляционное оборудование: вентагрегаты, калориферы, фильтры, теплоутилизаторы.</p> <p>Устройства для забора воздуха. Приточные и вытяжные камеры, их размещение.</p> <p>Воздушные фильтры, применяемые для очистки наружного и рециркуляционного воздуха, их классификация. Основные показатели работы фильтров.</p> <p>Конструкции воздухораспределительных устройств. Основные способы подачи приточного воздуха. Аэродинамические характеристики воздухораспределителей.</p> <p>Назначение, основные требования и классификация местных отсосов.</p> <p>Расчет вытяжных шкафов с естественной и механической вытяжкой.</p> <p>Бортовые отсосы, область применения.</p> <p>Расчет вытяжных зонтов для улавливания вертикальных конвективных потоков и зонтов-козырьков.</p> <p>Отсасывающие панели. Прямоугольные вертикальные панели, панель Чернобережского.</p> <p>Расчет воздушных душей. Душирование по способу ниспадающего потока.</p> <p>Расчет воздушных завес шиберующего и смесительного типа.</p> <p>Классификация калориферов. Расчет калориферов. Коэффициент теплопередачи и аэродинамическое сопротивление калориферов.</p> <p>Использование теплоты уходящего воздуха для нагревания при-</p>

		<p>точного воздуха. Выбор поверхностных теплообменниках.</p> <p>Конструктивное выполнение вентиляционных систем гражданских зданий.</p> <p>Конструктивное выполнение вентиляционных систем промышленных предприятий. Цехи с избытками тепла (литейные, кузнечно-прессовые, термические).</p> <p>Производства, связанные с переработкой и транспортированием сыпучих материалов. Аспирационные системы, особенности гидравлического расчета, пылеулавливающее оборудование.</p> <p>Типы центральных кондиционеров: приточные центральные кондиционеры, центральные кондиционеры с рециркуляцией, центральные кондиционеры с теплоутилизацией.</p> <p>Производительность СКВ, определение воздухообмена в помещении, параметров наружного воздуха, внутреннего и удаляемого воздуха. Определение параметров приточного воздуха.</p> <p>Построение процессов на I-d-диаграмме для приточной схемы СКВ (теплого и холодного периодов года).</p> <p>Рециркуляция в системах обеспечения микроклимата. Смешение двух количеств влажного воздуха. Изображение процесса на I-d диаграмме, определение параметров смеси.</p> <p>Схема СКВ с первой рециркуляцией для теплого и холодного периодов года. Схема обработки воздуха с первой и второй рециркуляциями.</p> <p>Виды рекуператоров (пластинчатые, роторные с промежуточным теплоносителем, крышные).</p> <p>Процессы обработки воздуха в конденсационных теплоутилизаторах с охлаждением и осушкой воздуха.</p> <p>Подбор и поверочный тепловой расчет конденсационных теплоутилизаторов.</p> <p>Примеры применения конденсационных теплоутилизаторов в системах вентиляции и кондиционирования воздуха с целью утилизации теплоты вытяжного воздуха.</p>
5	<p>Основные положения гидродинамического расчета и нагнетатели систем обеспечения микроклимата.</p>	<p>Особенности гидродинамики жидких и газообразных сред. Основные положения и алгоритм гидравлического расчета систем отопления и вентиляции.</p> <p>Отличительные особенности расчета систем с естественным и принудительным побуждением.</p> <p>Нагнетатели систем обеспечения микроклимата. Характеристики насосов и вентиляторов (подача, давление, расходуемая мощность и КПД).</p> <p>Способы регулирования подачи нагнетателей их экономическая оценка.</p> <p>Характеристика сети. Построение характеристики простого и сложного трубопроводов.</p> <p>Давление нагнетателя, работающего в сети. Метод наложения характеристик, рабочая точка.</p> <p>Особенности определения рабочей точки для отопительно-вентиляционных систем и систем аспирации.</p> <p>Работа нагнетателя на сеть с постоянным давлением или разрежением.</p> <p>Совместная работа нагнетателей. Параллельное, последовательное и смешанное включение нагнетателей.</p> <p>Выбор нагнетателей котельной установки: питательного и сетевого насосов, дутьевого вентилятора и дымососа.</p>

		Насосы систем водяного отопления. Выбор циркуляционного, смесительного и конденсатного насосов.
6	Альтернативные источники энергии, перспективы использования в системах обеспечения микроклимата	<p>Источники природной и сбросной теплоты для систем отопления. Классификация, характеристика.</p> <p>Солнечная энергия. Системы солнечного отопления. Определения, классификация. Пассивные системы солнечного отопления. Схемы, устройство, цели и задачи расчета, основные расчетные зависимости.</p> <p>Активные системы солнечного отопления. Принципиальная схема, основные конструктивные элементы. Алгоритм расчета.</p> <p>Гелиоприемники. Классификация, устройство, конструктивные характеристики, расчетные зависимости.</p> <p>Теплоаккумуляторы. Классификация. Устройство. Характеристика теплоаккумулирующих материалов. Расчет теплоаккумуляторов.</p> <p>Тепловой насос. Устройство, расчетные зависимости.</p> <p>Системы геотермального отопления. Классификация. Характеристика термальных вод. Схема систем геотермального отопления.</p> <p>Системы отопления, использующие сбросную теплоту различных энергоисточников (ВЭР). Классификация, устройство, принципиальные схемы, расчет.</p>

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

Цель курсового проекта – закрепление теоретических знаний, полученных при изучении лекционного курса, приобретение практических навыков расчета систем ОВК и оборудования, определения воздухообмена, обеспечивающего нормируемые параметры воздуха в помещениях здания.

Примерные вопросы на защите курсового проекта:

- использованные методы расчета тепlopоступлений 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 тепlopотери 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

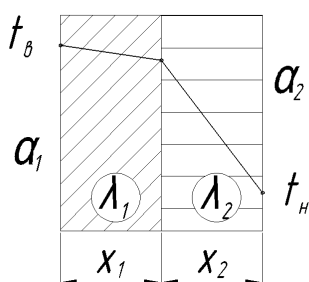
В разделе приводится перечень заданий и материалов по оценке заявленных результатов обучения, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

**Текущий контроль** в течении 7 семестра осуществляется в форме решения задач на практических занятиях, выполнения РГЗ, тестирования.

**Текущий контроль** в течении 8 семестра осуществляется в форме решения задач на практических занятиях, выполнения и защиты курсового проекта.

#### Практические занятия.

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



Определите коэффициент теплопроводности  $\lambda_2$  Вт/(м °С) второго слоя двухслойного ограждения для следующих исходных данных:  $x_1 = 0,3$  м;  $x_2 = 0,3$  м;  $\lambda_1 = 0,04$  Вт/(м °С);  $\alpha_1 = 8,7$  Вт/(м<sup>2</sup> °С);  $\alpha_2 = 23$  Вт/(м<sup>2</sup> °С);  $t_в = 20$  °С;  $t_н = -23$  °С;  $R_0 = 3,6$  м<sup>2</sup>·°С/Вт.

Определите требуемое сопротивление воздухопроницанию ограждающей конструкции  $R_{и}^{TP}$  жилого дома для следующих условий:  $H = 15$  м;  $t_в = 20$  °С;  $t_н = -23$  °С;  $v = 1,5$  м/с.

Определить параметры приточного воздуха и потребный воздухообмен для цеха при следующих исходных данных: полные теплоизбытки в цеху  $Q_{изб} = 62\ 850$  кДж/час, влаговыведения  $W = 8,5$  кг/час. Заданные параметра воздуха в цеху составляют  $t_в = 27$  °С и  $\phi_в = 70$  %. Параметры наружного воздуха:  $t_н = 32$  °С,  $J_н = 72$  кДж/кг,  $t_p = 7$  °С  $t_y = 29$  °С

Рассчитать поступление тепла и влаги в зрительный зал. Определить и построить луч процесса на i-d диаграмме. Заданные параметра внутреннего воздуха составляют  $t_в = 22$  °С и  $\phi_в = 55$  %. Количество зрителей 1000 человек. Количество наружного воздуха на одного человека  $L_{п} = 20$  м<sup>3</sup>/час. Теплопоступления через наружные ограждения и от солнечной радиации  $Q_{огр} = 40000$  кДж/час = 11 кВт. Количество явного тепла, выделяемого одним человеком при  $t_в = 22$  °С,  $q_{явн} = 50$  Вт/чел, полного тепла  $q_{пол} = 80$  Вт/чел, влаговыведения  $W = 45$  г/чел\*час. Температура приточного воздуха составляет  $t_п = 18$  °С.

Построить процесс обработки воздуха в холодный период года для рециркуляционной схемы при следующих исходных данных: избытки полной теплоты  $Q_{полн}^{изб} = 64595$  Вт, влаговыведения  $W = 37,5$  кг/ч. Параметры наружного воздуха:  $t_н = -23$  °С,  $I_н = -23,4$  кДж/кг. Параметра внутреннего воздуха составляют  $t_в = 20$  °С и  $\phi_в = 40$  %. Для холодного периода года расход приточного воздуха составляет  $G_n = 24937$  кг/ч. Расход нормируемого СНиП воздуха принимаем кг/ч..

Построить процесс обработки воздуха в холодный период года для приточной схемы при следующих исходных данных: избытки полной теплоты  $Q_{полн}^{изб} = 61595$  Вт, влаговыведения :  $W = 37,5$  кг/ч.

Параметры наружного воздуха:  $t_n = -25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_n = -23,4 \text{ кДж/кг}$ . Параметра внутреннего воздуха составляют  $t_{в} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$  и  $\varphi_{в} = 40 \text{ \%}$ . Для холодного периода года расход приточного воздуха составляет  $G_n = 25000 \text{ кг/м}$ .

Определить требуемый воздухообмен в помещении. Параметры приточного воздуха:  $t_n = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_n = 40 \text{ \%}$ . Нормируемая температура воздуха в помещении  $t_{в} = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ , удаляемого системой общеобменной вентиляции  $t_y = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ . В помещении имеют место избыточные тепловыделения  $Q_{изб} = 10000 \text{ кДж/час}$  (полные) и влаговыделения  $W = 2 \text{ кг/час}$ .

Подобрать калорифер марки КСк...-50А для нагрева  $G_{в} = 12000 \text{ кг/ч}$  воздуха от  $t_{в1} = \text{минус } 35 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $t_{в2} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Теплоноситель – вода с температурами (температурный график) на входе  $t_{w1} = 150 \text{ C}$  и  $t_{w2} = 70 \text{ C}$  на выходе из калорифера. Дополнительные физические величины (теплоемкость, плотность) принять по таблицам теплофизических свойств воды и воздуха при средних температурах.

Подобрать воздухонагреватель марки КПСк...-50А для нагрева  $G_{в} = 4000 \text{ м}^3/\text{ч}$  воздуха от  $t_{в1} = 10 \text{ }^\circ\text{C}$  до  $t_{в2} = 70 \text{ C}$ . Теплоноситель – сухой насыщенный пар давлением  $10 \text{ кгс/см}^2$ . Воздуонагреватель работает без переохлаждения конденсата. Дополнительные физические величины (теплоемкость и плотность воды, температура пара и скрытая теплота парообразования) принять по таблицам теплофизических свойств воздуха и сухого насыщенного пара средних температур.

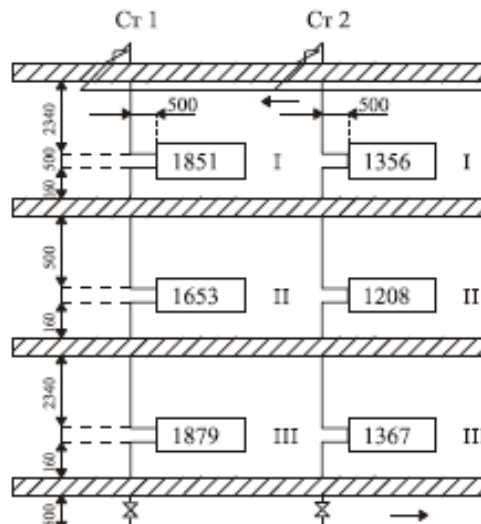
Рассчитать температуры воды на входе в отопительные приборы однотрубной проточной системы отопления 5-этажного здания. Температура воды на входе в стояк ...  $^\circ\text{C}$ , на выходе ....  $^\circ\text{C}$ . Тепловые нагрузки приборов каждого этажа ....Вт.

Для периодического аккумулирования дополнительного объема воды, получаемого при изменении температуры, к системе водяного отопления в верхней ее точке присоединён расширительный резервуар, сообщающиеся с атмосферой. Определить наименьший объем расширительного резервуара при частичном заполнении водой. Допустимое колебание температуры воды во время перерывов в работе системы отопления ....., объем воды в системе..... (принять  $\beta_l = \dots$ ).

Определить количество секций отопительных приборов в однотрубной системе отопления жилого дома.

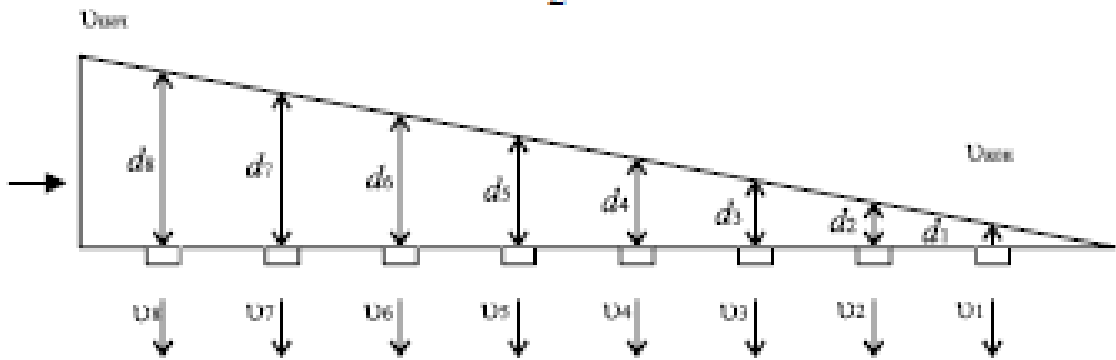
*Исходные данные*

1. Теплоносителем в системе отопления является вода с параметрами  $t_g = 95 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_o = 70 \text{ }^\circ\text{C}$ .
2. Тип отопительного прибора – радиатор МС-140-108.
3. Диаметры стояков – 15 мм.
4. Значения отопительных характеристик и коэффициентов:  $c = 4,19 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{ }^\circ\text{C)}$ ;  $\beta_1 = 1,02$ ;  $\beta_2 = 1,04$ ;  $n = 0,3$ ;  $p = 0$ ;  $q_{ном} = 758 \text{ Вт/м}^2$ ;  $fc = 0,244 \text{ м}^2$ ;  $\beta_{тр} = 0,9$ ,  $\Delta t_{п.м} = 0,4 \cdot \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\alpha = 1,0$ .

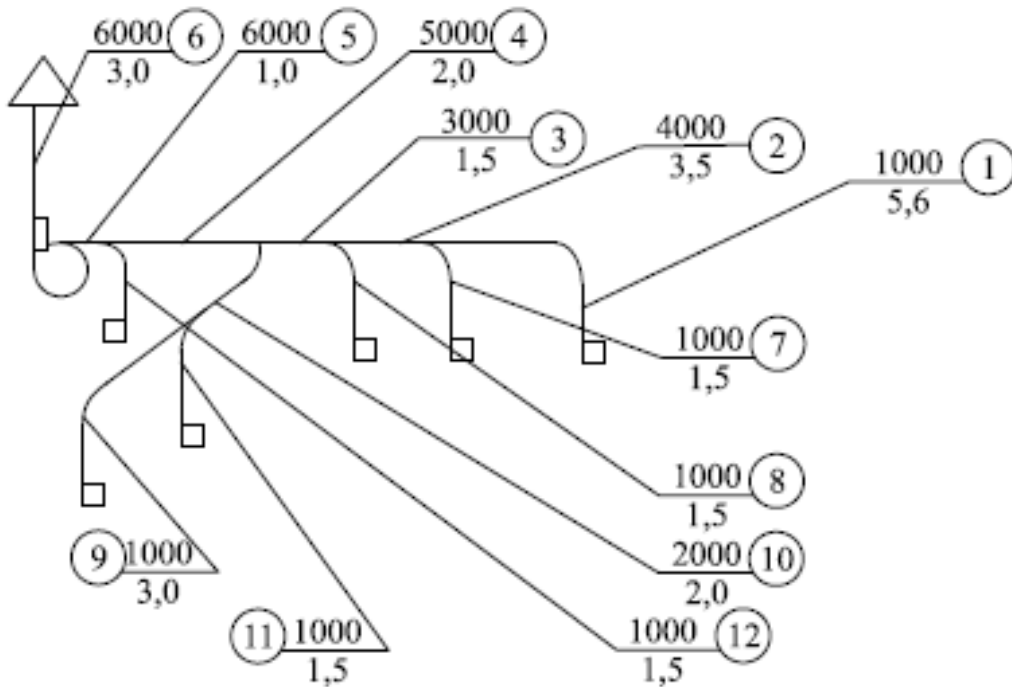


Рассчитать равномерную раздачу воздуха из восьми щелей, сделанных в круглом воздуховоде. Количество воздуха, которое необходимо подать в каждую щель –  $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

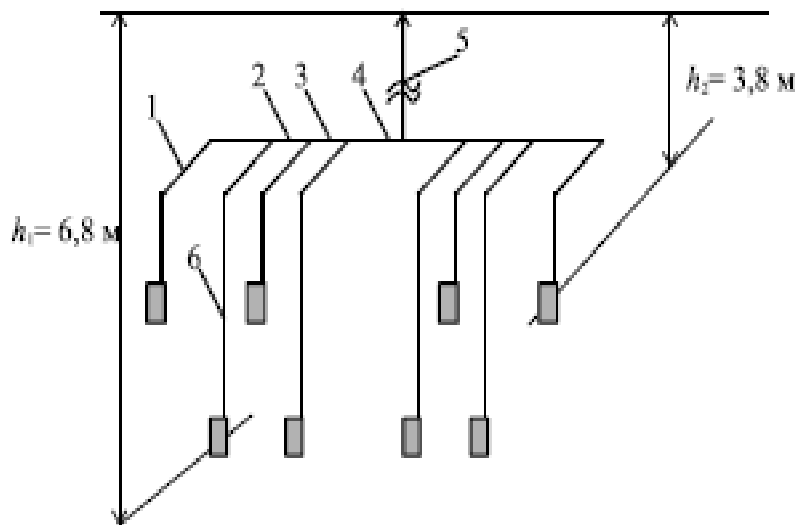
Расстояние между щелями – 1,5 м. Скорость выхлопа воздуха из каждой щели – 5 м/с. Плотность воздуха –  $1,2 \text{ кг/м}^3$ .



Выполнить аэродинамический расчет воздуховодов вытяжной системы принудительной вентиляции промышленного предприятия.

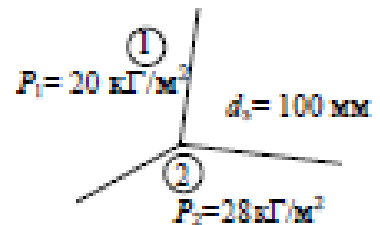


Рассчитать естественную вытяжную систему вентиляции ванных комнат и санузлов двухэтажного жилого дома. Воздуховодами служат каналы, расположенные в толще кирпичной стены. Каналы на чердаке объединяются шлакоалебастровыми коробами. По нормам воздухообмен (вытяжка) составляет: из ванной комнаты 25 м³/ч, из санузла – 25 м³/ч. Приток воздуха неорганизованный (за счет неплотностей в ограждениях здания). Вытяжка воздуха производится из верхней зоны помещений на высоте 0,5 м от потолка. Расчетная внутренняя температура  $t_{в}=18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Расчетные длины участков 1–8 по рис. 2.1:  $L_1=0,8\text{ м}$ ;  $L_2=0,15\text{ м}$ ;  $L_3=0,15\text{ м}$ ;  $L_4=0,5\text{ м}$ ;  $L_5=3,2\text{ м}$ ;  $L_6=3,8\text{ м}$ .





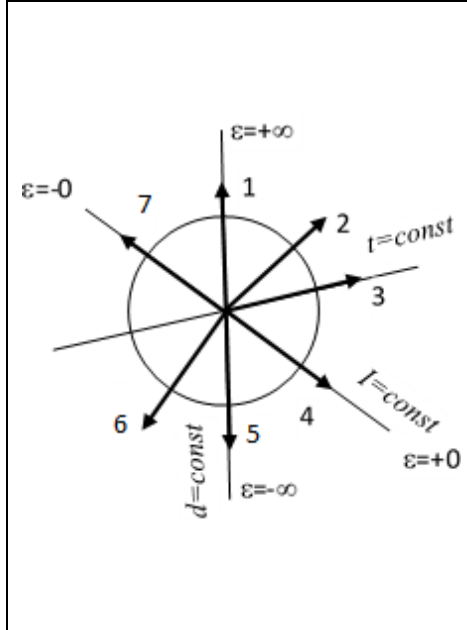
При расчете 1-го участка (см. рис. 2.5) была найдена потеря полного давления  $\Delta P_1 = 20 \text{ кГ/м}^2 = 196,2 \text{ Па}$ . Потеря полного давления по 2-му участку ( $d_2 = 100 \text{ мм}$ ) получилась равной  $\Delta P_2 = 28 \text{ кГ/м}^2 = 274,68 \text{ Па}$ . Как надо изменить диаметр воздуховода 2-го участка, чтобы в нем получить полную потерю давления  $\Delta P_2 = 20 \text{ кГ/м}^2 = 196,2 \text{ Па}$ .



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

<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:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Оптимальные параметры микроклимата</li> <li>2. Комфортные параметры микроклимата</li> <li>3. Допустимые параметры микроклимата</li> <li>4. Статистические параметры микроклимата</li> </ol>
<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, \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}</math>, 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>Тепло поступающее в помещение от радиатора водяной системы отопления является:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) явным 2) скрытым 3) полным, равным сумме явного и скрытого</li> </ol>
<p>Тепло поступающее в помещение от солнечной радиации является:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) явным 2) скрытым 3) полным, равным сумме явного и скрытого</li> </ol>
<p>Тепло поступающее в помещение от электрического чайника является:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) явным 2) скрытым 3) полным, равным сумме явного и скрытого</li> </ol>
<p>. Какие из перечисленных ниже параметров внутреннего воздуха нормируются СНиП «Отопление и вентиляция»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Температура воздуха 2. Влажность. 3. Относительная влажность 4. Теплосодержание</li> </ol>
<p>Требуемые воздухообмены в помещении (в результате решений уравнений балансов по вредным выделениям) составили:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>по теплоизбыткам – 1000 м<sup>3</sup>/ч;</li> <li>по влаговыведениям – 2000 м<sup>3</sup>/ч;</li> <li>по углекислому газу – 500 м<sup>3</sup>/ч.</li> </ul> <p>За расчетный приняли 1000 м<sup>3</sup>/ч, как такое решение отразится на влажностном состоянии воздуха в помещении:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. уменьшится 2. увеличится 3. останется неизменным</li> </ol>

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)  $t_1 > t_2$



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.

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.

Указать основные процессы обработки воздуха в холодный период:

- a) нагревание воздуха и его увлажнение;
- b) нагревание воздуха и его осушение;
- c) нагревание и охлаждение воздуха;
- d) нагревание, осушка и подогрев воздуха.

Конечная цель расчета форсуночной оросительной камеры:

- a) определение количества испарившейся воды;
- b) определение расхода воды и давления перед форсунками;
- c) определение температуры воды;
- d) определение коэффициента интенсивности орошения.

Выберите основные элементы парокомпрессионной холодильной машины:

- a) испаритель и конденсатор;
- b) компрессор и регулятор потока;
- c) насос и теплообменник;
- d) вентилятор и терморегулирующий вентиль.

Принцип работы парокомпрессионной холодильной машины:

- a) использование тепловой энергии для повышения концентрации раствора;
- b) использование теплоты фазового перехода хладагента из жидкого состояния в газообразное;
- c) использование теплоты абсорбции компонентов
- d) использование теплоты трения.

Указать три основных условия использования рециркуляции в СКВ:

- a) отсутствие вредных и пожароопасных веществ в воздухе;
- b) соответствие архитектурным и технико-экономическим требованиям;
- c) энтальпия удаляемого воздуха летом ниже энтальпии наружного воздуха;
- d) энтальпия удаляемого воздуха в летний период больше энтальпии наружного воздуха.

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

**Промежуточная аттестация** осуществляется в конце семестра, в 7 семестре в форме **зачета** и после завершения изучения дисциплины в 8 семестре в форме **экзамена**.

Если студент по всем формам текущего контроля (7 семестра) демонстрирует результаты обучения (знать, уметь, владеть) соответствующие:

высокому уровню (отлично) – зачет проставляется автоматически,

базовому уровню (хорошо) – собеседование по 1 вопросу из теоретического курса (три первые раздела);

пороговому уровню (удовлетворительно) - собеседование по 2,3 вопросам из теоретического курса.

**Экзамен** включает три вопроса теоретической части. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 60 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине ежегодно утверждается на заседании кафедры.

*Типовой вариант экзаменационного билета*

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г. ШУХОВА»  
(БГТУ им. В.Г. Шухова)**

Кафедра Теплогазоснабжение и вентиляция

Дисциплина Оборудование и энергосберегающие технологии обеспечения микроклимата

Направление 08.03 01 Строительство

Профиль Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение  
зданий, сооружений и населенных пунктов

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

1. Обработка воздуха в форсуночных камерах орошения. Построение процессов обработки воздуха в I-d диаграмме для летнего и зимнего режимов работы в системах изотермического и адиабатного типа.
2. Классификация, область применения парового отопления. Схемы замкнутых и разомкнутых систем парового отопления.
3. Тепловой насос. Устройство, расчетные зависимости.

Утверждено на заседании кафедры \_\_\_\_\_, протокол № \_\_\_\_\_  
(дата)

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ / В.А. Уваров

## 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 основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов	Не дает ответы на	Дает неполные	Дает ответы на	Дает полные, раз-

на вопросы	большинство вопросов	ответы на все вопросы	вопросы, но не все - полные	вернутые 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 рисунки	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно,

	схемами, рисунками и примерами	небрежно и с ошибками	ки 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, зал курсового и дипломного проектирования.

Наглядные пособия в виде действующих лабораторно-экспериментальных установок систем вентиляции и отопления.

## 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. 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»
2. Сибикин, М. Ю. Технология энергосбережения: учебник / М. Ю. Сибикин, Ю. Д. Сибикин. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Форум, 2012. - 352 с
3. Свистунов, В. М. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства : учеб. для вузов / В. М. Свистунов, Н. К. Пушняков. – 2-е изд. – СПб. : Изд-во Политехника, 2007. – 422 с.
4. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование./ Под ред. Проф. Б.М. Хрусталева -: Изд-во АСВ, 2005.- 576 с.
5. Сибикин, Ю. Д. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учеб. пособие для студентов вузов / Ю. Д. Сибикин, М. Ю. Сибикин. - 2-е изд., стер. - Москва : КНОРУС, 2012. - 240 с.
6. Самарин О.Д.Подбор оборудования приточных вентиляционных установок (кондиционеров) типа ANR и UTR [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 32 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30439>.— ЭБС «IPRbooks»
7. Самарин О.Д., Ботнарь М.И. Подбор теплоутилизационного оборудования для центральных кондиционеров UTR и ANR [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому и дипломному проектированию/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 24 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30441>.— ЭБС «IPRbooks».
8. Жерлыкина М.Н. Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Жерлыкина М.Н., Яременко С.А.— Электрон. текстовые данные.— Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 162 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22669>.— ЭБС «IPRbooks».

#### Перечень дополнительной литературы

1. Краснов Ю.С., Борисоглебская А.П., Антипов А.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Рекомендации по проектированию, испытаниям и наладке. – М.: ТермоКул, 2004. – 373 с
- 2.
3. Сибикин, Ю. Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: учеб. пособие / Ю. Д. Сибикин. – М.: Академия, 2004. – 304 с.
4. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: учеб. пособие / В. А. Ананьев, Л. Н. Балуева, А. Д. Гальперин, А. К. Городов, М. Ю. Еремин [и др.]. – М. : Евроклимат, 2000. – 416 с.
5. Строительные нормы и правила. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. СНиП 41-01-2003 – М.: Изд-во ЦНТИ, 2004.
6. Строительные нормы и правила. Строительная климатология. СНиП 23-01-99 – М.: Изд-во ЦНТИ, 2000.
7. Строительные нормы и правила. Строительная теплотехника. СНиП II-3-79\* – М.: Изд-во ЦНТИ, 1998.
8. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно – технические устройства. В 2-х частях Ч.2. Вентиляция и кондиционирование воздуха / Под ред. Староверова.-М.:Стройиздат,1978. - 502с.
7. Сазонов Э. В. Вентиляция общественных зданий: учеб. пособие для студентов вузов, обу-



чающихся по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" / Э. В. Сазонов. – Самара : Прогресс, 2008. – 185 с.

8. Процессы обработки воздуха в центральных кондиционерах [Электронный ресурс]: методические указания к курсовому проектированию/ — Электрон. текстовые данные.— Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2009.— 48 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16049>.— ЭБС «IPRbooks»

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

1. <http://www.avok.ru/>
2. <http://www.u-wert.net>

## Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2020/2021 учебный год.  
Протокол № 11 заседания кафедры от «21» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО