

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор АСИ  
В.А. Уваров  
«16» 06 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины

**Оборудование и энергосберегающие технологии  
систем обеспечения микроклимата**

направление подготовки:

08.03.01 «Строительство»

профиль подготовки:

«Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение  
зданий, сооружений, населенных пунктов»

Вид деятельности

изыскательская и проектно-конструкторская

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

**Архитектурно-строительный институт**

**Кафедра: теплогазоснабжения и вентиляции**

Белгород – 2016


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата), утвержденного приказом № 201 от 12.03.2015 г.
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, введенного в действие в 2016 году.

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


Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
«Теплогазоснабжения и вентиляция»

« 08 » 06 2016 г., протокол № 15

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

Рабочая программа одобрена методической комиссией  
Архитектурно-строительного института

« 16 » 06 2016 г., протокол № 11

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

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код	Компетенция	
<b>Профессиональные</b>			
1	ПК-1	<i>знанием нормативной базы в области инженерных изысканий, принципов проектирования зданий, сооружений, инженерных систем и оборудования, планировки и застройки населенных мест</i>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> нормативно-технические документы и принципы проектирования систем обеспечения микроклимата.</p> <p><b>Уметь:</b> применять нормативно-технические требования к проектируемым системам</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы с нормативно-техническими документами при проектирования систем обеспечения микроклимата.</p>
2	ПК-2	<i>владением методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, и систем, автоматизированных проектирования.</i>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> теоретические основы тепловлажностной обработки воздуха, технологические установки и оборудование, применяемые в системах обеспечения микроклимата зданий, методики их расчета и выбора</p> <p><b>Уметь:</b> составить схему обработки воздуха, рассчитать основные характеристики, определять требуемые параметры оборудования систем обеспечения микроклимата и проводить их рациональный выбор.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками расчета, проектирования, методами выбора рациональных решений систем обеспечения микроклимата.</p>
4	ПК-3	<i>способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам</i>	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p><b>Знать:</b> критерии принятия конкретных технические решения при проектировании систем обеспечения микроклимата, правила отображения элементов систем обеспечения микроклимата чертежах.</p> <p><b>Уметь:</b> проводить предварительное технико-экономическое обоснование принятых технических решений, контролировать их соответствие существующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, наносить элементы систем на рабочие чертежи зданий.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками принятия технического решения и его обоснования, подготовки технической документации при проектировании систем обеспечения микроклимата.</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Теоретические основы создания микроклимата и строительная теплофизика
2	Аэрогидродинамика и нагнетатели инженерных систем
3	Отопление и теплоснабжение
4	Вентиляция и кондиционирование воздуха

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Выполнение выпускной квалификационной работы

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зач. единиц, 252 часа.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	252	84	168
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	78	51	27
лекции	26	17	9
лабораторные			
практические	52	34	18
<b>Самостоятельная работа студентов, в том числе:</b>	174	64	110
Курсовой проект	54		54
Курсовая работа			
Расчетно-графическое задания	18	18	
Индивидуальное домашнее задание			
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	101	32	69
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				
	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).	3	4		8

	Теоретические основы снижения энергопотребления зданий. Теплопотери здания, пути снижения теплопотерь и целесообразность энергосберегающих мероприятий. Архитектурные решения энергоэффективных зданий.				
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	20	20	
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</p>	8	10	18	

<p>приборы, схемы обвязки, их энергетическая эффективность, регулирование теплоотдачи отопительного прибора, термостатический вентиль. Балансировка СО, автоматические балансировочные клапаны, гидравлическая стрелка. Размещение труб в зданиях. Расположение 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 прямоточных 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>				18
РГЗ				18
ВСЕГО	17	34		64

#### 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 по-</p>	5	10		14

казатели работы фильтров.

Конструкции воздухораспределительных устройств. Основные способы подачи приточного воздуха. Аэродинамические и тепловые характеристики воздухораспределителей.

Назначение, основные требования и классификация местных отсосов. Открытые, полукрытые 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 пиберущего 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 тепловой 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.				
	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. 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 разрежением. 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.	2	4		8
6	Альтернативные источники энергии, перспективы использования в системах обеспечения микроклимата.				
	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.	2	4		8
	Курсовой проект				54
	Экзамен				36
	ВСЕГО	9	18		110
	ИТОГО	26	52		174



## 4.2. Содержание практических (семинарских) 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.	4	4
2	Процессы и оборудование тепловлажностной 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.	20	20
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 прямооточных системах воздушного отопления.	10	10
ИТОГО:			34	34
<b>семестр № 8</b>				
4	Системы вентиляции и кондиционирования воздуха	Анализ конструктивных решений вентиляционных и противодымных систем промышленных и гражданских зданий Расчет прямооточной схемы СКВ (для теплого и холодного периодов года). Расчет СКВ с первой рециркуляцией для теплого и холодного периодов года.	10	10
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-	4	4

		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	4	4
ИТОГО:			18	18
ВСЕГО:			52	52

#### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрены учебным планом.

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

#### 5.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)

№ 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>Инженерные системы обеспечения микроклимата их функциональное назначение и классификация.</p> <p>Законодательная и нормативная правовая база энергосбережения и повышения энергетической эффективности в Российской Федерации (российские, европейские нормы)</p> <p>Теоретические основы снижения энергопотребления зданий. Теплотери здания, пути снижения теплотерь и целесообразность энергосберегающих мероприятий. Архитектурные решения энергоэффективных зданий.</p>
2	Процессы и оборудование тепло-влажностной обработки воздуха, энергосберегающие мероприятия.	<p>Основные термодинамические характеристики влажного воздуха: плотность, влагосодержание, относительная влажность, теплоемкость, энтальпия. I-d диаграмма влажного воздуха.</p> <p>Изображение процессов изменения тепловлажностного</p>

		<p>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>Расчет градирни в схеме оборотного водоснабжения.</p> <p>Особенности тепло - и массообмена при контакте воздуха с поверхностью жидкости. Изотермическое и адиабатное увлажнение воздуха.</p> <p>Системы увлажнения воздуха изотермического типа: электродные, электронагревательные и газовые. 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>Подбор и расчет аппаратов увлажнения воздуха.</p> <p>Способы осушки воздуха. Необходимость 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>Процессы обработки воздуха твердыми и жидкими сорбентами. Установки по осушке воздуха.</p> <p>Расчет установок для осушки воздуха (количества твердого сорбента, расхода раствора и т. д.).</p>
3	<p>Системы отопления, оборудование, энергетическая эффективность.</p>	<p>Классификация систем отопления. Сравнение и область применения основных систем водяного, парового и воздушного 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, водоотделение, редукционные клапаны, гидравлические затворы, конденсатоотводчики, конденсационные баки, конденсационные насосы, предо-</p>

		<p>хранительные приспособления, предохранительные клапаны, дроселирующие 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. Определение площади нагревательной поверхности.</p> <p>Воздушное отопление. Расход теплоты на нагревание воздуха в рециркуляционных и прямоточных системах. Местное воздушное отопление.</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>Электроаккумуляционное отопление.</p> <p>Конденсационные котлы, конструкция, принцип действия, характеристики.</p> <p>Регулирование теплоотдачи отопительного прибора, термостатический вентиль.</p> <p>Гидравлический разделитель (гидравлическая стрелка).</p>
4	<p>Системы вентиляции и кондиционирования воздуха</p>	<p>Классификация вентиляционных систем. Виды вентиляционных систем и область их применения.</p> <p>Системы вентиляции с применением кондиционирования воздуха и рециркуляции.</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 и тепловые характеристики воздухораспределителей.</p> <p>Назначение, основные требования и классификация местных отсосов. 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 смешительного типа.</p> <p>Классификация калориферов. Расчет калориферов. Коэффициент теплопередачи и аэродинамическое сопротивление калориферов.</p>

		<p>Использование теплоты уходящего воздуха для нагрева приточного воздуха. Выбор поверхностных теплообменников.</p> <p>Конструктивное выполнение вентиляционных систем гражданских зданий.</p> <p>Промвентиляция. Цехи с избытками тепла (литейные, кузнечнопрессовые, термические). Цехи с избытками влаги.</p> <p>Производства, связанные с переработкой и транспортированием сыпучих материалов. Аспирационные системы, особенности гидравлического расчета, пылеулавливающее оборудование.</p> <p>Типы центральных кондиционеров: прямооточные 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 прямооточной 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. Подбор и поверочный тепловой расчет конденсационных теплоутилизаторов.</p> <p>Метод коэффициента влаговываждения. Метод замены реального процесса «условно сухим».</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>Цель и задачи гидравлического расчета. 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 отопитель-</p>

		<p>но-вентиляционных систем и систем аспирации.</p> <p>Работа нагнетателя на сеть с постоянным давлением или разряжением.</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> <p>Насосы систем водяного отопления. Выбор циркуляционного, смесительного и конденсатного насосов.</p>
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. Расчет.</p> <p>Системы отопления, использующие сбросную теплоту различных энергоисточников (ВЭР). Классификация, устройство, принципиальные схемы, расчет.</p>

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

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.

### 5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

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

Подбор и поверочный тепловой расчет калорифера.

Расчет градирни в схеме оборотного водоснабжения.

Расчет форсуночных камер орошения.

Подбор и поверочный тепловой расчет конденсационных теплоутилизаторов.

Расчет установок для осушки воздуха (адсорбционных и абсорбционных).

Расчет теплых полов.

## 5.4. Перечень контрольных работ.

Не предусмотрены

## 6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 6.1. 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., Ботнар 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».

### 6.2. 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 П-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, обучающихся по специальности "Теплогазоснабжение и вентиляция" / Э. В. Сазонов. – Самара : Про-

гресс, 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»

### **6.3. Перечень интернет ресурсов**

1. <http://www.avok.ru/>
2. <http://www.u-wert.net>
3. <http://www.studmed.ru>
4. <http://www.tehnavigator.ru>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ 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.



## 8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

### Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2017/2018 учебный год.

Протокол № 11 заседания кафедры от «24» 05 2017г.

Заведующий кафедрой  В.А. Уваров  
подпись, ФИО

Директор института


 В.А. Уваров  
подпись, ФИО

**Утверждение рабочей программы без изменений**

Рабочая программа без изменений утверждена на 2018/2019 учебный год.


Протокол № 11 заседания кафедры от «11» 05 2018 г.

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

  
подпись, ФИО

Директор института

\_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

## ПРИЛОЖЕНИЯ

### Приложение №1. Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

Целью дисциплины является подготовка специалиста, владеющего теоретическими основами и практическими навыками конструирования систем для создания и поддержания требуемых микроклиматических условий.

Для достижения поставленной цели необходимо: изучить процессы, теплотехнологические схемы обработки воздуха, технологические установки и оборудование, применяемые в системах обеспечения микроклимата зданий; научиться принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании систем обеспечения микроклимата.

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

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и итоговый контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, защиты и РГЗ и курсового проекта.

Формой итогового контроля является экзамен (8 семестр), которому предшествует зачет (7 семестр).

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

Изучение отдельных тем курса необходимо осуществлять в соответствии с поставленными в них целями, их значимостью, основываясь на содержании и вопросах, поставленных в лекции преподавателя.

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

Для более глубокого изучения проблем курса при подготовке к тестированию необходимо ознакомиться с дополнительной литературой и интернет ресурсом.

Успешное освоение курса дисциплины возможно лишь при систематической работе, требующей глубокого осмысления и повторения пройденного материала, поэтому необходимо делать соответствующие записи по каждой теме.

Теоретический материал рекомендуется изучать по темам. Особое внимание следует обратить на формулировки основных понятий и определений.

При изучении раздела «Инженерные системы обеспечения микроклимата» особое внимание необходимо уделить понятиям оптимальных и допустимых параметров внутреннего воздуха, классификации и назначению систем обеспечения микроклимата (систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, существенному влиянию на энергосбережение наружных ограждающих конструкций зданий).

При изучении раздела «Инженерные системы обеспечения микроклимата» особое внимание необходимо уделить теоретическим вопросам тепловлажностной об-

работки воздуха, в совершенстве владеть I-d диаграммой. Студент должен четко ориентироваться в понятиях «скрытое в явное тепло», понимать физическую сущность процессов взаимного перехода, обуславливающую возможность энергосбережения в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.

При изучении раздела «Системы отопления, оборудование, энергетическая эффективность» особое внимание необходимо уделить следующим вопросам: структурные схемы систем отопления; сравнение и области применения основных систем водяного, парового и воздушного отопления; зависимое и независимое присоединение системы к наружному теплопроводу; оборудование систем (водоотделение, редукционные клапаны, гидравлические затворы, конденсатоотводчики, конденсационные баки, конденсационные насосы, предохранительные приспособления, предохранительные клапаны, дросселирующие шайбы и ...) вопросы энергосбережения при эксплуатации СО; конструкция, принцип действия, характеристики конденсационных котлов; электроаккумуляционное отопление.

При изучении раздела «Системы вентиляции и кондиционирования воздуха» особое внимание необходимо уделить следующим вопросам: системы вентиляции с применением кондиционирования воздуха и рециркуляции; основное вентиляционное оборудование (вентагрегаты, калориферы, фильтры, теплоутилизаторы, устройства для забора воздуха); приточные и вытяжные камеры, их размещение; основные способы подачи приточного воздуха; конструкция и расчет калориферов, оросительных камер, воздушных душей и завес; конструктивное выполнение вентиляционных систем гражданских зданий; цехов с избытками тепла (литейные, кузнечно-прессовые, термические; рециркуляция в системах обеспечения микроклимата; схема СКВ с первой и второй рециркуляциями; виды рекуператоров (пластинчатые, роторные с промежуточным теплоносителем, крышные); процессы обработки воздуха в конденсационных теплоутилизаторах с охлаждением и осушкой воздуха.

При изучении раздела «Основные положения гидродинамического расчета и нагнетатели систем обеспечения микроклимата» особое внимание необходимо уделить следующим вопросам: цель и задачи гидравлического расчета; 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; давление нагнетателя, работающего в сети, метод наложения характеристик, рабочая точка; решение конкретных инженерных задач встречающихся на практике при выборе нагнетателя.

При изучении раздела «Альтернативные источники энергии, перспективы использования в системах обеспечения микроклимата» особое внимание необходимо уделить следующим вопросам: источники природной и сбросной теплоты для систем отопления; системы солнечного отопления. Определения, классификация. Пассивные системы солнечного отопления; тепловой насос, устройство, расчетные зависимости.

При изучении раздела «Аэродинамический расчет систем обеспечения микроклимата» особое внимание уделить решению конкретных инженерных задач встречающихся на практике

Практическое освоение и приобретение навыков осуществляется в процессе курсового проектирования

## Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год.  
Протокол № 1 заседания кафедры от « 30 » августа 2019 г.

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

  
подпись, ФИО

Директор института

\_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО

## 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

## Утверждение рабочей программы без изменений

Рабочая программа без изменений утверждена на 2021/2022 учебный год.  
Протокол № 12 заседания кафедры от «14» мая 2021 г.

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



подпись, ФИО

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



подпись, ФИО