

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ



## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.35**

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования

Учебный план: ФГОС3++z130301-1\_21-15.plx

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Направление подготовки:  
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Промышленная теплоэнергетика  
(специализация)

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации	
	Лекции	Практ. занятия					
5	УП	6	8	121	9	4	Экзамен, Курсовая работа
	РПД	6	8	121	9	4	
Итого	УП	6	8	121	9	4	
	РПД	6	8	121	9	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Громова Е.Н.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой промышленной  
теплоэнергетики

Сморозин С.Н.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Сморозин С.Н.

Методический отдел:

Смирнова В.Г.

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** ознакомить обучающихся с основными энергетическими системами обеспечения комфортных условий пребывания человека в производственных условиях, а также со способами утилизации теплоты отработавшего воздуха.

**1.2 Задачи дисциплины:**

приобретение обучающимися навыков применения усвоенного материала при проектировании систем отопления, вентиляции и кондиционирования для помещений производственного назначения.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Энергетические насосы, компрессоры и системы воздухообмена промышленных предприятий

Тепломассообменное оборудование теплотехнических предприятий

Гидрогазодинамика (Газодинамика)

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-3: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах**

**Знать:** способы определения расчетных воздухообменов в вентилируемых помещениях; основные принципы организации воздухообмена в помещениях различного назначения; классификацию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

**Уметь:** выполнять самостоятельно все расчеты, связанные с проектированием теплового и воздушного режима помещений и подготовкой приточного воздуха; определять параметры микроклимата помещений

**Владеть:** навыками работы с нормативной документацией по отоплению, вентиляции и кондиционированию; навыками расчета систем отопления, вентиляции и кондиционирования.

### 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)	Инновац. формы занятий
		Лек. (часы)	Пр. (часы)		
Раздел 1. Термодинамика влажного воздуха	5				
Тема 1. Состав и основные параметры влажного воздуха. Физическая сущность (определение) состояния влажного воздуха, насыщенного и ненасыщенного влажного воздуха. Уравнение состояния. Приборы для определения параметров влажного воздуха.				14	ИЛ
Тема 2. I-d диаграмма влажного воздуха. Определение углового коэффициента, его графическая интерпретация и вывод формулы. Построение процессов изменения состояния влажного воздуха в I- d диаграмме.				12	
Раздел 2. Системы вентиляции					
Тема 3. Выбор расчетной температуры внутреннего воздуха в зависимости от характеристики помещения и категории выполняемых работ. Выбор температуры наружного воздуха для теплого и холодного периода года с учетом различных групп установок вентиляции и кондиционирования. Тепловой и влажностный балансы помещения.		1		6	АС
Тема 4. Методы расчёта воздухообмена. Кратность воздухообмена. Наиболее характерные принципиальные схемы организации воздухообмена. Расчёт тепловых нагрузок на вентиляцию. Схемы присоединения калориферов и их расчёт.		2	10	АС	
Тема 5. Основные элементы систем вентиляции. Классификация систем вентиляции. Назначение систем вентиляции. Системы естественной и принудительной вентиляции	1		6	ИЛ	

Тема 6. Гидравлический и конструктивный расчет систем с естественной и принудительной циркуляцией. Дефлектор. Его назначение и конструкция. Схемы приточно-вытяжной принудительной вентиляции зданий общественного и производственного назначения		2	14	
Раздел 3. Системы кондиционирования				
Тема 7. Термодинамические основы кондиционирования воздуха. Основные понятия о кондиционировании воздуха. Принципиальная схема обработки воздуха. Воздухоохладитель с орошаемой насадкой	1		10	
Тема 8. Классификация систем кондиционирования воздуха. Назначение и конструкция основных элементов систем кондиционирования. Принципиальные схемы приточной системы кондиционирования воздуха. Процессы обработки воздуха в i-d диаграмме для теплого и холодного периодов года.	1	1	7	ИЛ
Тема 9. Схемы утилизации теплоты в системах вентиляции и кондиционирования. Схемы утилизации теплоты с использованием промежуточного теплоносителя и на базе теплонасосных установок		1	12	
Раздел 4. Системы отопления				
Тема 10. Санитарно-гигиенические требования к системам отопления. Расчет отвода теплоты помещением. Определение характеристик зданий. Расчет отвода теплоты помещением по укрупненным показателям.	1	1	12	АС
Тема 11. Системы отопления зданий. Местные и центральные системы отопления. Нагревательные приборы и определение поверхности теплообмена нагревательных приборов	1		10	
Тема 12. Водяное и паровое отопление. Их преимущества и недостатки. Воздушное отопление. Его преимущества и недостатки. Условия применения электрического отопления.		1	8	АС

Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		6	8	121	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен, Курсовая работа)		2,5		6,5	
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		16,5		127,5	

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

##### 4.1 Цели и задачи курсовой работы (проекта): Научиться:

- строить основные термодинамические процессы изменения состояния влажного воздуха в I-d диаграмме;
- выбирать расчётные параметры наружного и внутреннего воздуха;
- составлять балансы теплоты и влаги в помещении;
- выбирать необходимое вентиляционное оборудование;

Овладеть навыками расчета систем вентиляции и кондиционирования и выбора необходимого оборудования.

##### 4.2 Тематика курсовой работы (проекта): Расчет системы кондиционирования воздуха в производственном помещении (по индивидуальному заданию)

##### 4.3 Требования к выполнению и представлению результатов курсовой работы (проекта):

Работа выполняется индивидуально с использованием методических указаний по курсовому проектированию №8-210 «Расчет системы кондиционирования воздуха в производственном помещении», основной и дополнительной учебной литературы.

Результаты представляются в виде расчетно-пояснительной записки объемом 20-25 стр., содержащего следующие обязательные элементы:

1. Введение. Назначение системы кондиционирования воздуха в производственных помещениях. Описание и характеристики объекта.
  2. Исходные данные к проекту.
  3. Выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха для теплого и холодного периодов года.
  4. Расчет тепловыделений в помещении.
  5. Расчет теплопотерь помещением.
  6. Расчет количества избыточной теплоты в помещении для теплого и холодного периодов года на основе теплового баланса помещения.
  7. Построение на I — d диаграмме процессов обработки воздуха в теплый и холодный периоды года.
  8. Определение расхода кондиционируемого воздуха, кратности воздухообмена в помещении, холодопроизводительности кондиционеров.
  9. Выбор типа, производительности и количества вентиляторов, электродвигателей для их привода, кондиционеров и холодильных машин.
  10. Составление схемы воздухоподогревателя в помещении и ее аэродинамический расчет.
  11. Заключение.
  12. Перечень используемой литературы.
- Графическая часть
1. Процессы обработки воздуха на I – d диаграмме для теплого и холодного периодов года – 2 листа, формат А4;
  2. Принципиальная схема кондиционирования воздуха; схема воздухораспределения воздуха по объему помещения) – 1 лист, формат А3.

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
ОПК-3	имеет представление об основах термодинамики влажного воздуха, типах и конструктивных особенностях систем отопления, вентиляции и кондиционирования и методах их расчётов; способен выбирать расчётные параметры наружного и внутреннего воздуха; составлять балансы теплоты и влаги в помещении; выбирать схему включения калориферов и рассчитывать калориферные установки; выбирать системы отопления, вентиляции и кондиционирования и выполнять их расчёт; выбирать необходимое вентиляционное оборудование; демонстрирует владение навыками расчета воздухообмена и	Вопросы устного собеседования Курсовая работа Тестовые задания

	тепловых нагрузок на вентиляцию и навыками расчета систем кондиционирования	
--	---	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, демонстрирующий глубокое понимание предмета. Умение применять теоретические знания для решения практических задач Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Качество исполнения всех элементов задания полностью соответствует всем предъявляемым требованиям. Оригинальный подход к решению поставленной задачи.
4 (хорошо)	Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки или отступления от правил оформления работы
3 (удовлетворительно)	Ответ неполный. При понимании сущности предмета в целом присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Задание выполнено полностью, но с многочисленными существенными ошибками. При этом нарушены правила оформления или сроки представления работы.
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра	Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы.

### 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

#### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 5	
1	Выбор температуры наружного воздуха для теплого и холодного периода года с учетом различных групп установок вентиляции и кондиционирования
2	Выбор расчетной температуры внутреннего воздуха в зависимости от характеристики помещения и категории выполняемых работ.
3	Вычисление теплоступлений от оборудования, освещения, обслуживающего персонала, солнечной радиации, внешние ограждения.
4	Вычисление тепловых потерь помещением
5	Расчет избыточной теплоты в помещении для теплого и холодного периода года
6	Расчет влажностного баланса помещения
7	Основная задача вентиляционных систем. Кратность воздухообмена. Классификация систем вентиляции.
8	Наиболее характерные принципиальные схемы организации воздухообмена.
9	Основные элементы систем вентиляции.
10	Расчет воздухообмена при выделении вредных газов и избыточной теплоты. Температура удаляемого воздуха при наличии в помещении теплоизбытков.
11	Расчет воздухообмена при наличии избытков влаговыведений в помещении.
12	Расчет поверхности теплообмена калориферных установок.

13	Схемы присоединения калориферных установок
14	Гидравлический и конструктивный расчет систем с естественной циркуляцией.
15	Схема устройства вытяжной вентиляции без организованного притока воздуха и приточно-вытяжной вентиляции с организованным притоком воздуха.
16	Дефлектор. Его назначение и конструкция.
17	Схемы приточно-вытяжной принудительной вентиляции здания общественного и производственного назначения.
18	Классификация систем кондиционирования воздуха.
19	Принципиальная схема обработки воздуха.
20	Процесс обработки воздуха в i-d диаграмме для теплого периода года.
21	Процесс обработки воздуха в i-d диаграмме для холодного периода года.
22	Определение основных расчетных параметров кондиционирования воздуха
23	Процесс обработки воздуха при наличии в помещении тепло и влагоизбытков в i-d диаграмме для теплого периода года.
24	Процесс обработки воздуха при наличии в помещении тепло и влагоизбытков в i-d диаграмме для холодного периода года.
25	Принципиальная схема и процесс в в i-d диаграмме кондиционирования воздуха с подмешиванием рециркуляционного воздуха и смешением потоков до калорифера первого подогрева.
26	Принципиальная схема и процесс в в i-d диаграмме кондиционирования воздуха с подмешиванием рециркуляционного воздуха и смешением потоков после калорифера первого подогрева
27	Воздухоохладитель с орошаемой насадкой.
28	Санитарно-гигиенические требования к системам отопления.
29	Назначение и классификация систем отопления.
30	Вычисление тепловой мощности отопительных устройств.
31	Факторы, влияющие на выбор систем отопления при проектировании здания.
32	Естественная и принудительная циркуляция воды в системах водяного отопления.
33	Условия применения системы воздушного отопления
34	Условия применения для отопления электроэнергии.
35	Назначение, классификация и конструктивные особенности паровых систем отопления.
36	Назначение систем вентиляции и кондиционирования в объектах промышленного назначения;
37	Вычисление плотности сухого воздуха и водяного пара на основе закона Клайперона-Менделеева и при нормальных условиях.
38	Вычисление газовой постоянной сухого воздуха и водяного пара из универсальной газовой постоянной.
39	Физическая сущность (определение) состояния влажного воздуха, насыщенного и ненасыщенного влажного воздуха.
40	Вычисление абсолютной влажности и влагоемкости воздуха, относительной влажности и влагосодержания воздуха. Определение этих параметров.
41	Вычисление энтальпии влажного воздуха при известных параметрах температуры и влагосодержания. Формула для инженерных расчетов.
42	Основы построения I-d диаграммы.
43	Определение углового коэффициента, его графическая интерпретация и вывод формулы.
44	Характерные процессы изменения состояния влажного воздуха.
45	Изображение на I-d диаграмме процесса смешивания двух различных состояний воздуха. Вывод основных зависимостей для определения параметров в точке смешивания.
46	Способы определения относительной влажности
47	Температура точки росы и ее определение на I-d диаграмме.
48	Определение температуры мокрого термометра на I-d диаграмме.
49	Три группы установок вентиляции и кондиционирования по степени обеспечения заданного микроклимата.



### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Рассчитать теплосодержание потока воздуха, образовавшегося при смешении 5 кг воздуха с теплосодержанием 85 кДж/кг и 10 кг воздуха с теплосодержанием 42 кДж/кг:

А) 71,3 кДж/кг; В) 89,6 кДж/кг; С) 54,5 кДж/кг

Определите тепловую мощность отопительных приборов, если суммарные теплопоступления в помещение составляют 96 кВт, а суммарные теплопотери – 146 кВт.

А) 50 кВт; В) 242 кВт; С) 100 кВт

Численные значения явных тепло- и влаговыделений от работающего персонала определяются в соответствии со СНиП в зависимости от:

А) температуры воздуха внутри помещения и степени тяжести труда; В) количества избыточной теплоты в помещении; С) конструкции системы вентиляции

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Не предусмотрено

## 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная  Письменная  Компьютерное тестирование  Иная

### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

На выполнение тестового задания - 15 минут

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
В.Г. Казаков, П.В. Луканин, Е.Н. Громова	Отопительно-вентиляционные системы в целлюлозно-бумажной промышленности [ Текст ]: учеб. пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_10_09_01.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_10_09_01.pdf</a>
Свистунов В. М., Пушняков Н. К.	Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства	Санкт-Петербург: Политехника	2016	<a href="http://www.iprbookshop.ru/58854.html">http://www.iprbookshop.ru/58854.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
В.Г. Казаков, Е.Н. Громова	Расчет системы кондиционирования воздуха в производственном помещении [Текст] : учебно-методическое пособие по выполнению курсовых работ для обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» очной и заочной форм обучения	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	<a href="https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_11_24_01.pdf">https://nizrp.narod.ru/metod/kpte/2018_11_24_01.pdf</a>

Хлистун, Ю. В.	Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Инженерное оборудование зданий и сооружений и внешние сети. Теплоснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха	Саратов: Ай Пи Эр Медиа	2015	<a href="http://www.iprbookshop.ru/30242.html">http://www.iprbookshop.ru/30242.html</a>
----------------	---	-------------------------	------	---

#### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>  
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>  
 Некоммерческое партнерство инженеров АВОК [Электронный ресурс]. URL: <https://www.abok.ru/>

#### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8  
 MicrosoftOfficeProfessional 2013

#### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска