

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор  
по учебно-методической работе

А.А. Панфилов

« 16 » 04 2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ»**

Направление подготовки – 08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки – «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Уровень высшего образования – бакалавриат (академический)

Форма обучения – очная

Семестр	Трудоемкость зач. ед./ час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточного контроля (экз./зачет)
7	6 зач. ед./ 216 часов	36	18	18	108	Экзамен (36 часов), КР
Итого	6 зач. ед./ 216 часов	36	18	18	108	Экзамен (36 часов), КР

Владимир, 2015

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

*Целью освоения дисциплины «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»* является приобретение студентами систематических знаний в области тепловлажностной обработки воздуха в системах кондиционирования воздуха (СКВ) и холодоснабжения (ХС).

*Задачами изучения дисциплины являются:*

- знание основных положений теории тепловлажностной обработки воздуха в СКВ;
- навыки расчета отдельных элементов СКВ;
- изучение вариантов технических решений современных СКВ, ее отдельных подсистем;
- выбор технического решения на основе учета многочисленных требований;
- изучение основ холодильной техники для систем кондиционирования воздуха.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.ОД.13 «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение» относится к вариативной части обязательных дисциплин профиля «Теплогазоснабжение и вентиляция», читается в 7 семестре.

Дисциплина базируется на знаниях, умениях и навыках, приобретенных в ходе изучения дисциплин: «Механика жидкости и газа», «Инженерные сети», «Строительная теплофизика», «Техническая термодинамика и теплообмен», «Теоретические основы создания микроклимата в помещении», «Вентиляция», «Отопление» – и служит основой изучения дисциплин профильной направленности и выполнения ВКР.

*Требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студентов.* Студент должен:

**Знать:**

- основные положения, полученные студентами в курсах естественнонаучных и общетехнических дисциплин: информатики, механики жидкости и газа, теоретических основ теплотехники, а также профессиональных – архитектуры, основ обеспечения микроклимата здания и других.
- фундаментальные основы высшей математики, включая линейную алгебру и математический анализ.
- основы термодинамической эффективности теплового оборудования и теплообменные процессы.
- основы механики жидкости и газа, основные положения статики и динамики жидкости и газа, составляющие основу расчета гидротехнических систем и инженерных сетей.

**Уметь:**

- проводить формализацию поставленной задачи на основе современного математического аппарата;
- пользоваться справочной технической литературой.

**Владеть:**

- первичными навыками и основными методами решения математических задач.

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

- способен участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности (ПК-4);
- знает требования охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды при выполнении строительно-монтажных, ремонтных работ и работ по реконструкции строительных объектов (ПК-5);
- способен осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы (ПК-6);
- способен проводить анализ технической и экономической эффективности работы производственного подразделения и разрабатывать меры по ее повышению (ПК-7);
- владеет методами опытной проверки оборудования и средств технологического обеспечения (ПК-17);
- владеет методами мониторинга и оценки технического состояния и остаточного ресурса строительных объектов и объектов жилищно-коммунального хозяйства, строительного и жилищно-коммунального оборудования (ПК-18);
- способен осуществлять организацию и планирование технической эксплуатации зданий и сооружений, объектов жилищно-коммунального хозяйства с целью обеспечения надежности, экономичности и безопасности их функционирования (ПК-20).

*Требования к выпускным знаниям, умениям и компетенциям. Студент должен:*

#### **Знать:**

- характерные процессы изменения состояния влажного воздуха и их построение на i-d-диаграмме влажного воздуха;
- модели тепло- и массообмена в аппаратах СКВ;
- принципиальные решения СКВ для зданий разного назначения и планировки;
- конструкцию вспомогательных и функциональных блоков центрального кондиционера и методы их расчета и подбора;
- схемы тепло- и холодоснабжения СКВ и принципы их выбора;
- способы получения искусственного холода и расчета парокompрессионной холодильной машины.

#### **Уметь:**

- определять нагрузки на СКВ, расход приточного воздуха в СКВ;
- выбирать технологическую схему обработки воздуха в СКВ с учетом особенностей здания, в соответствии с исходными данными и принципами энергосбережения;
- выполнять расчет и подбор функциональных блоков центрального кондиционера;
- выбирать схему тепло- и холодоснабжения СКВ;

- рассчитывать парокомпрессионную холодильную машину;
- проводить в лабораторных условиях испытания кондиционера с целью получения основных параметров его работы.

**Владеть:**

- методами работы с каталогами центральных кондиционеров, программами для подбора оборудования и центральных кондиционеров;
- приемами работы с диаграммой влажного воздуха, диаграммой холодильных агентов, каталогами холодильных машин;
- способностью применения, полученных теоретических знаний и практических навыков при проектировании, монтаже, эксплуатации систем кондиционирования воздуха.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)						Объем учебной работы, с применением интерактивных методов (в часах/%)	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Контрольные работы	СРС	КП / КР		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Общие сведения	7	1	2	1	1		6		1/25%	
2	Требования к СКВ	7	2	2	1	1		6		1/25%	
3	Основные типы кондиционеров	7	3	2	1	1		6		1/25%	
4	Санитарно-гигиенические и технологические основы кондиционирования воздуха	7	4	2	1	1		6		1/25%	
5	Расчетные параметры наружного воздуха	7	5	2	1	1		6		1/25%	
6	<i>I-d</i> -диаграмма влажного воздуха	7	6	2	1	1		6		1/25%	1 рейтинг-контроль
7	Построение на <i>I-d</i> -диаграмме процессов изменения состояния влажного воздуха	7	7	2	1	1		6		1/25%	
8	Прямоточная СКВ	7	8	2	1	1		6		1/25%	
9	СКВ с рециркуляцией	7	9	2	1	1		6		1/25%	
10	СКВ с первой и второй рециркуляцией	7	10	2	1	1		6		1/25%	
11	СКВ двухступенчатого испарительного охлаждения воздуха	7	11	2	1	1		6		1/25%	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12	Основное оборудование центральных СКВ	7	12	2	1	1		6		1/25%	2 рейтинг-контроль
13	Воздухоохладители центральных кондиционеров	7	13	2	1	1		6		1/25%	
14	Блоки увлажнения воздуха центральных кондиционеров	7	14	2	1	1		6		1/25%	
15	Естественные и искусственные источники ХС	7	15	2	1	1		6		1/25%	
16	Теплоснабжение центральных СКВ	7	16	2	1	1		6		1/25%	
17	ХС центральных СКВ	7	17	2	1	1		6		1/25%	
18	Подбор холодильного оборудования.	7	18	2	1	1		6		1/25%	3 рейтинг-контроль
<b>Всего</b>				<b>36</b>	<b>18</b>	<b>18</b>		<b>108</b>	<b>КР</b>	<b>18/25%</b>	<b>Экзамен (36 часов)</b>

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ОСВОЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»

#### 5.1. Основные виды образовательных технологий, используемых при изучении дисциплины «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»

Для изучения дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- *проведение лекционных занятий*, на которых излагается теоретический материал с использованием компьютерных и технических средств), направленных на приобретение студентом теоретических знаний;
- *практические занятия* – предназначенные для практического закрепления теоретического курса и освоения студентами основных методик расчета в курсе дисциплины;
- *лабораторные работы* – предусматривают приобретение студентами навыков измерения физических величин и простейших экспериментальных исследований;
- *проблемное обучение* – для стимулирования студентов к самостоятельному приобретению знаний в конце лекции студентам задаются вопросы по теме лекции, а на следующей лекции производится устный опрос и обсуждение ответов;
- *самостоятельная работа* студентов предназначена для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического материала и по изучению дополнительных разделов дисциплины и включает: подготовка к лекциям, практическим занятиям, оформление конспектов лекций, написание рефератов, работа в электронной образовательной среде;
- *работа в команде* (работа в малой группе) используется при выполнении лабораторных работ, при этом предусматривается приобретение студентами навыков измерения физических величин и простейших экспериментальных исследований. Содержание лабораторных работ раскрывается лабораторным практикумом.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, определяется главной целью программы, особенностью контингента обучающихся и содержанием конкретных дисциплин, и в целом в учебном процессе они составляют 25% аудиторных занятий.

## 5.2. Лабораторный практикум

№ п/п	№ раздела	Наименование работы	Кол-во часов
1	1-2	Изучение свойств влажного воздуха	2
2	3-4	Процесс смешения влажного воздуха	2
3	5-6	Изучение и испытание бытового кондиционера БК-1500	2
4	7-8	Исследование работы кондиционера «Сплит-системы»	2
5	9-12	Исследование эффективности работы местного автономного кондиционера	4
6	13-14	Знакомство с блоками центрального кондиционера	2
7	15-18	Испытание воздухонагревателя	4

## 5.3. Темы практических занятий

№ п/п	№ раздела	Наименование работы	Кол-во часов
1	1-2	Определение расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха	2
2	3-4	Расчет тепловлажностного баланса помещения	2
3	5-8	Выбор принципиальной схемы обработки воздуха. Построение процессов обработки воздуха на $I-d$ -диаграмме.	4
4	9-10	Расчет воздухонагревателей	2
5	11-12	Расчет воздухоохладителей	2
6	13-14	Расчет увлажнителей воздуха	2
7	15-18	Подбор холодильного оборудования	4

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1. Вопросы к рейтинг-контролю знаний студентов

Оценивающими средствами для текущего контроля успеваемости являются рейтинг-контроли.

#### *Рейтинг-контроль № 1*

- 1.1. Составление теплового баланса помещения.
- 1.2. Определить количество вентиляционного воздуха и параметры приточного воздуха для помещения с избытками тепла и влаги. Количество выделившейся теплоты в помещении – 14 400 Вт, количество влаги – 8 кг/ч. Расчетные параметры наружного воздуха:  $t_n = 21$  °С,  $\varphi_n = 50\%$ ; параметры внутреннего воздуха:  $t_b = 25$  °С,  $\varphi_b = 70\%$ .
- 2.1. Характеристики и расчетные параметры наружного климата для систем кондиционирования.
- 2.2. Определить количество вентиляционного воздуха и построить процесс кондиционирования воздуха на  $I-d$ -диаграмме для помещения зрительного зала. Расчетные параметры:  $t_n = 21$  °С,  $\varphi_n = 60\%$ ; параметры внутреннего воздуха:  $t_b = 20$  °С,  $\varphi_b = 55\%$ . Количество зрителей – 600 человек. Количество наружного воздуха на 1 зрителя – 20 м<sup>3</sup>/ч

(при температуре 20 °С). Объем зрительного зала – 6 000 м<sup>3</sup>. Теплоступления составляют 5 000 Вт.

- 3.1. Процессы охлаждения, нагревания и смешивания воздуха.
- 3.2. Построить на  $I-d$ -диаграмме процесс кондиционирования воздуха при прямооточной схеме его обработки, определить количество вентиляционного воздуха, охлаждающую мощность камеры и расход тепла в калорифере I-го подогрева. Расчетные параметры наружного воздуха:  $t_H = 29$  °С,  $\phi_H = 50\%$ ; параметры внутреннего воздуха:  $t_B = 22$  °С,  $\phi_B = 50\%$ . Допустимый перепад температур – 5 °С,  $Q_{изб} = 10\,000$  Вт,  $W = 5$  кг/ч.
- 4.1. Прямоточная система кондиционирования воздуха для теплого периода.
- 4.2. Требуется построить на  $I-d$ -диаграмме процесс кондиционирования воздуха по схеме обработки с первой рециркуляцией и вторым подогревом, определить количество вентиляционного воздуха, охлаждающую мощность камеры и расход тепла в калорифере II-го подогрева. Расчетные параметры наружного воздуха:  $t_H = 31$  °С,  $\phi_H = 60\%$ ; параметры внутреннего воздуха:  $t_B = 24$  °С,  $\phi_B = 50\%$ . Допустимый перепад температур – 5 °С,  $Q_{изб} = 40\,000$  Вт,  $W = 25$  кг/ч,  $G_H = 10\,000$  кг/ч.
- 5.1. Прямоточная система кондиционирования воздуха для холодного периода.
- 5.2.1. Воздух в количестве  $G = 10\,000$  кг/ч с параметрами  $t_1 = 25$  °С,  $\phi_1 = 50\%$  необходимо охладить в поверхностном теплообменнике до  $t_2 = 8$  °С и повысить  $\phi$  до 90%. Построить на  $I-d$ -диаграмме процесс охлаждения, определить количество выделившейся влаги из воздуха.
- 5.2.2. В секции подогрева нагревается 50 000 кг/ч наружного воздуха от  $t = -5$  °С,  $I_1 = -4$  кДж/кг до  $t_2 = 15$  °С. Определить параметры воздуха после подогрева и расход тепла.
- 6.1. Обработка воздуха водой, осушение воздуха сорбентами.
- 6.2. В помещении выделяется тепло и влага  $Q_{изб} = 30\,000$  Вт,  $W = 20$  кг/ч, общее количество вентиляционного воздуха  $G_O = 5\,000$  кг/ч, количество наружного воздуха  $G_H = 2\,500$  кг/ч. Температура внутреннего воздуха  $t_B = 20$  °С. Параметры наружного воздуха  $t = 14$  °С,  $d = 1$  г/кг.  
Определить параметры приточного воздуха и расход тепла для подогрева смеси в калорифере.
- 7.1.  $I-d$ -диаграмма влажного воздуха.
- 7.2.1. Найти параметры смеси, если смешиваются  $G_1 = 4\,500$  кг/ч, имеющего параметры  $t_1 = 20$  °С,  $\phi_1 = 60\%$  с  $G_2 = 1\,500$  кг/ч, имеющего параметры  $t_2 = 30$  °С,  $\phi_2 = 50\%$ .
- 7.2.2. Температура воздуха в цехе  $t = 20$  °С,  $\phi_1 = 50\%$ . Определить, пользуясь  $I-d$ -диаграммой, все остальные параметры воздуха.
- 8.1. Способы построения на  $I-d$ -диаграмме процессов изменения параметров воздуха.
- 8.2. Исходные данные:  $t_H = 28$  °С,  $d_H = 10,7$  г/кг,  $t_B = 22$  °С,  $\phi_B = 50\%$ ,  $Q_{изб} = 100\,000$  Вт,  $W = 50$  кг/ч,  $\Delta t_{доп} = 7$  °С. Построить процесс обработки воздуха.

- 9.1. Принципиальная и структурная схемы систем кондиционирования воздуха.
- 9.2. Исходные данные:  $t_H = 29 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $d_H = 9,7 \text{ г/кг}$ ,  $t_B = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 50\%$ ,  $Q_{\text{изб}} = 120\,000 \text{ Вт}$ ,  $W = 50 \text{ кг/ч}$ ,  $\Delta t_{\text{доп}} = 8 \text{ }^\circ\text{C}$ . Построить процесс обработки воздуха и выбрать кондиционер.
- 10.1. Схема обработки воздуха с первой рециркуляцией и вторым подогревом для холодного периода.
- 10.2. В помещении выделяется тепло и влага  $Q = 20\,000 \text{ Вт}$ ,  $W = 10 \text{ кг/ч}$ . Параметры точки  $H$ :  $t = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $d = 9 \text{ г/кг}$ . Температура воздуха в помещении  $t_B = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить расход воздуха, из построения процесса на  $I-d$ -диаграмме.

#### *Рейтинг-контроль № 2*

- 11.1. Составление теплового баланса помещения.
- 11.2. Построить на  $I-d$ -диаграмме процесс кондиционирования воздуха при прямооточной схеме его обработки, определить количество вентиляционного воздуха, охлаждающую мощность камеры и расход тепла в калорифере I-го подогрева. Расчетные параметры наружного воздуха  $t_H = 27 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_H = 50\%$ ; параметры внутреннего воздуха:  $t_B = 23 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 50\%$ . Допустимый перепад температур –  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $Q_{\text{изб}} = 10\,000 \text{ Вт}$ ,  $W = 6 \text{ кг/ч}$ .
- 12.1. Комфортное и технологическое кондиционирование.
- 12.2. Требуется построить на  $I-d$ -диаграмме процесс кондиционирования воздуха по схеме обработки с первой рециркуляцией и вторым подогревом, определить количество вентиляционного воздуха, охлаждающую мощность камеры и расход тепла в калорифере II-го подогрева. Расчетные параметры наружного воздуха:  $t_H = 31 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_H = 60\%$ ; параметры внутреннего воздуха:  $t_B = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 55\%$ . Допустимый перепад температур –  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $Q_{\text{изб}} = 45\,000 \text{ Вт}$ ,  $W = 25 \text{ кг/ч}$ ,  $G_H = 11\,000 \text{ кг/ч}$ .
- 13.1.  $I-d$ -диаграмма влажного воздуха.
- 13.2. Исходные данные:  $t_H = 28 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $d_H = 10,7 \text{ г/кг}$ ,  $t_B = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 50\%$ ,  $Q_{\text{изб}} = 80\,000 \text{ Вт}$ ,  $W = 40 \text{ кг/ч}$ ,  $\Delta t_{\text{доп}} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Построить процесс обработки воздуха.
- 14.1. Принципиальная и структурная схемы систем кондиционирования воздуха.
- 14.2. В помещении выделяется тепло и влага  $Q = 22\,000 \text{ Вт}$ ,  $W = 10 \text{ кг/ч}$ . Параметры точки  $H$ :  $t = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $d = 9 \text{ г/кг}$ . Температура воздуха в помещении  $t_B = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ . Определить расход воздуха, из построения процесса на  $I-d$ -диаграмме.
- 15.1. Процессы обработки воздуха в СКВ.
- 15.2. Определить количество вентиляционного воздуха и параметры приточного воздуха для помещения с избытками тепла и влаги. Количество выделившейся теплоты в помещении  $15\,600 \text{ Вт}$ , количество влаги  $7 \text{ кг/ч}$ . Расчетные параметры наружного воздуха в ТП:  $t_H = 22 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_H = 60\%$ ; параметры внутреннего воздуха  $t_B = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 60\%$ .
- 16.1. Основное оборудование СКВ.



16.2. Построить процесс обработки воздуха с первой рециркуляцией для холодного периода и рассчитать калорифер.

Исходные данные: район строительства – г. Астрахань, помещение – зрительный зал на 600 мест,  $G_0 = 55\,000$  кг/ч, теплопоступления  $Q = 60\,000$  Вт, влаговыведения  $W = 20$  кг/ч.

17.1. Центральные многозональные системы кондиционирования.

17.2. Определить количество вентиляционного воздуха и построить процесс кондиционирования воздуха на  $I-d$ -диаграмме для помещения зрительного зала. Расчетные параметры:  $t_H = 21$  °С,  $\phi_H = 50\%$ ; параметры внутреннего воздуха  $t_B = 20$  °С,  $\phi_B = 55\%$ . Количество зрителей 500 человек. Количество наружного воздуха 1 зрителя  $20$  м<sup>3</sup>/ч (при температуре  $20$  °С). Объем зрительного зала  $6\,000$  м<sup>3</sup>. Теплопоступления составляют  $7\,000$  Вт.

### *Рейтинг-контроль № 3*

18.1. Схема обработки воздуха с применением двухступенчатого испарительного охлаждения для теплого периода.

18.2. Построить на  $I-d$ -диаграмме процесс кондиционирования воздуха по схеме обработки с первой рециркуляцией и вторым подогревом, определить количество воздуха, охлаждающую мощность оросительной камеры, расход тепла в калорифере второго подогрева. Расчетные параметры:  $t_H = 33$  °С,  $\phi_H = 65\%$ ;  $t_B = 22$  °С,  $\phi_B = 50\%$ . Допустимый перепад температур  $6$  °С,  $\varepsilon = 6\,000$  кДж/кг,  $G = 12\,000$  кг/ч,  $G_H = 6\,000$  кг/ч.

19.1. Прямоточная система кондиционирования воздуха для теплого периода.

19.2. Определить количество вентиляционного воздуха, параметры приточного воздуха для помещения с избытками тепла и влаги. Величина  $\varepsilon = 7\,000$  кДж/кг, количество тепла  $Q = 40\,000$  Вт. Расчетные параметры воздуха:  $t_H = 21$  °С,  $\phi_H = 50\%$ ;  $t_B = 25$  °С,  $\phi_B = 65\%$ .

20. Определить параметры приточного воздуха и другие характеристики процесса обработки, а также требуемые тепловую и холодильную мощности СКВ с применением первой рециркуляции для кинозала на 530 человек для ТП и ХП при следующих исходных данных: ТП –  $t_H = 31$  °С,  $\phi_H = 60\%$ ,  $t_B = 24$  °С,  $\phi_B = 50\%$ ; ХП –  $t_H = -15$  °С,  $\phi_H = 75\%$ ,  $t_B = 20$  °С,  $\phi_B = 50\%$ .

Теплопоступления через ограждающие конструкции в ТП  $11\,500$  Вт. Теплотери через наружные ограждения в ХП –  $19\,200$  Вт. Количество наружного воздуха –  $G_H = 18\,000$  кг/ч,  $\Delta t_{\text{доп}} = 5$  °С.

21.1. Прямоточная система кондиционирования воздуха для холодного периода.

21.2. В помещении выделяется тепло и влага  $Q_{\text{изб.ХП}} = 20\,000$  Вт,  $W = 15$  кг/ч, общее количество вентиляционного воздуха  $G_0 = 5\,000$  кг/ч, количество наружного воздуха  $G_H = 2\,500$  кг/ч. Температура внутреннего воздуха  $t_B = 20$  °С.

Параметры наружного воздуха  $t_H = -14\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $d_H = 1\text{ г/кг}$ . Определить параметры приточного воздуха, рассчитать калорифер.

- 22.1. Схема обработки воздуха с первой и второй рециркуляцией для ХП.
- 22.2. Построить процесс обработки воздуха по представленной схеме и рассчитать калорифер. Исходные данные: г. Брянск, кинозал на 550 человек,  $G_O = 45\ 000\text{ кг/ч}$ , теплопоступления  $Q = 50\ 000\text{ Вт}$ , влаговыделения  $W = 25\text{ кг/ч}$ .
- 23.1. Схема обработки воздуха с первой и второй рециркуляцией для ТП.
- 23.2. Исходные данные:  $t_H = 28\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $d_H = 10,7\text{ г/кг}$ ,  $t_B = 22\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 50\%$ ,  $Q_{\text{изб}} = 100\ 000\text{ Вт}$ ,  $W = 50\text{ кг/ч}$ ,  $\Delta t_{\text{доп}} = 7\text{ }^\circ\text{C}$ . Построить процесс обработки воздуха и рассчитать калорифер.
- 24.1. Принципиальная и структурная схемы систем кондиционирования воздуха.
- 24.2. Определить расход приточного воздуха для помещения с избытками тепла и влаги, построить процесс кондиционирования воздуха и рассчитать калорифер.  
Исходные данные:  $Q = 270\ 000\text{ кДж/ч}$ ,  $W = 36\text{ кг/ч}$ ,  $t_H = 31\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $d_H = 14,5\text{ г/кг}$ ,  $t_B = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 50\%$ ,  $\Delta t_{\text{доп}} = 7\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_Y = 28\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $G_H = 5000\text{ кг/ч}$ .
- 25.1. Схема обработки воздуха с применением двухступенчатого испарительного охлаждения для ХП.
- 25.2. В цех подается наружный воздух, обработанный в кондиционере. Расход подаваемого воздуха  $G_O = 72\ 000\text{ кг/ч}$ . Параметры приточного воздуха  $t_{\text{П}} = 14\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 70\%$ , наружного воздуха  $t_H = -28\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 70\%$ .
- 26.1. Схема обработки воздуха с первой рециркуляцией и вторым подогревом для холодного периода.
- 26.2. В помещение подается  $G_O = 52\ 000\text{ кг/ч}$ , теплопоступления составляют  $Q = 70\ 000\text{ Вт}$ , влагоизбытки  $W = 30\text{ кг/ч}$ , расход наружного воздуха  $G_H = 30\ 000\text{ кг/ч}$ . Параметры воздуха:  $t_H = -21\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 90\%$ ,  $t_B = 20\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi = 45\%$ . Рассчитать калорифер, построить процесс обработки воздуха.
- 27.1. Местные автономные кондиционеры.
- 27.2. Построить процесс обработки воздуха по схеме с двухступенчатым испарительным охлаждением для ТП. Исходные данные:  $t_H = 32\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $d_H = 2,5\text{ г/кг}$ ,  $\Delta t = 6\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $t_B = 25\text{ }^\circ\text{C}$ ,  $\varphi_B = 55\%$ ,  $G = 0,5\ G_O$ .

## 6.2. Вопросы к экзамену

1. Принципиальная схема системы кондиционирования воздуха.
2. Система кондиционирования воздуха с первой и второй рециркуляцией для холодного периода.
3. Структурная схема системы кондиционирования воздуха.
4. Система кондиционирования воздуха двухступенчатого испарительного охлаждения в теплый период.
5. Требования к системам кондиционирования воздуха.

6. Система кондиционирования воздуха двухступенчатого испарительного охлаждения в холодный период.
7. Основные типы кондиционеров.
8. Основное оборудование систем кондиционирования воздуха.
9. Основные параметры влажного воздуха
10. Водяные поверхностные воздухонагреватели. Расчет воздухонагревателей
11. Расчетные параметры внутреннего воздуха
12. Воздухоохладители центральных кондиционеров. Расчет воздухоохладителей.
13. Расчетные параметры наружного воздуха
14. Камеры орошения. Расчет камер орошения.
15. Расчетные параметры удаляемого воздуха.
16. Блоки сотового увлажнения.
17.  $I-d$ -диаграмма влажного воздуха.
18. Блок парового увлажнения.
19. Процессы обработки влажного воздуха.
20. Естественные источники холодоснабжения.
21. Прямоточная система кондиционирования воздуха для теплого периода.
22. Парокомпрессионные холодильные машины.
23. Прямоточная система кондиционирования воздуха для холодного периода.
24. Абсорбционные холодильные машины.
25. Система кондиционирования воздуха с рециркуляцией для теплого периода.
26. Теплоснабжение центральных систем кондиционирования воздуха.
27. Система кондиционирования воздуха с рециркуляцией для холодного периода.
28. Холодоснабжение водяных поверхностных воздухоохладителей.
29. Система кондиционирования воздуха с первой и второй рециркуляцией для теплого периода.
30. Подбор холодильного оборудования.
31. Процессы обработки влажного воздуха.
32. Камеры орошения. Расчет камер орошения.
33. Требования к системам кондиционирования воздуха
34. Система кондиционирования воздуха двухступенчатого испарительного охлаждения в теплый период.
35. Система кондиционирования воздуха с рециркуляцией для холодного периода.
36. Парокомпрессионные холодильные машины.
37. Основные параметры влажного воздуха.
38. Прямоточная система кондиционирования воздуха для холодного периода.

### **6.3. Примерная тематика курсовых работ**

Предусматривается курсовая работа «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение здания», включающая расчет и проектирование однозональной системы кондиционирования

воздуха для помещения большого объема, расчет и подбор оборудования центрального кондиционера, расчет и подбор холодильной машины.

#### *Примеры вопросов для защиты курсовой работы*

1. Как выбираются расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха?
2. Как влияет наличие второго подогрева в составе центрального кондиционера на расход холода?
3. Что дает применение рециркуляции воздуха?
4. В чем заключается расчет воздухонагревателя?
5. Какие вентиляторы применяются в центральных кондиционерах?
6. От чего зависят выходные характеристики пароконденсационной холодильной машины?
7. Определение минимально необходимого расхода наружного воздуха в СКВ.
8. Что дает смешение потоков воздуха различного состояния?
9. Для чего применяются политропные оросительные камеры?
10. Перечислите функциональные секции центрального кондиционера?

#### **6.4. Самостоятельная работа студентов**

##### *Методические указания к выполнению СРС*

1. Написание конспекта лекций: кратко. Схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения, пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
2. Определить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
3. Уделить внимание следующим понятиям: теплотери, инфильтрация, теплопоступления, тепловой баланс, теплоизбытки, воздухообмен, кратность воздухообмена, санитарная норма наружного воздуха, воздушный баланс, процессы обработки воздуха.
4. Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные материалы.
5. Ознакомление со структурой и оформлением курсовой работы. Отбор необходимого материала для выполнения курсовой работы. Требования к выполнению курсовой работы находятся в методических материалах по дисциплине (см. [7.1.2]).
6. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам.
7. При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспект лекций (см. [7.1.4]) и рекомендуемую литературу, а также использовать методические материалы по дисциплине (см. [7.1.5]).

##### *Вопросы к СРС*

1. Какие факторы определяют внутренние условия кондиционируемых помещений?
2. Как выбираются расчетные внутренние условия для кондиционируемых помещений?

3. Какие факторы внешней среды влияют на выбор и функционирование систем кондиционирования?
4. Какие требования предъявляются к системам кондиционирования воздуха?
5. От каких факторов зависит расчетное количество наружного воздуха при проектировании СКВ?
6. Что является основными элементами структурной схемы СКВ?
7. Из каких взаимосвязанных контуров состоит СКВ?
8. Как классифицируются системы СКВ по расположению основных элементов?
9. Что представляют собой рециркуляционные системы СКВ?
10. Как классифицируются СКВ по основному назначению, связанному с созданием в помещениях необходимых климатических условий?
11. Каким образом определяются температура точки росы и мокрого термометра на  $I-d$ -диаграмме?
12. Как реализуются на  $I-d$ -диаграмме процессы сухого нагрева и охлаждения воздуха?
13. Для чего используется изоэнтальпийное увлажнение воздуха при кондиционировании?
14. В каких случаях применяется изотермический процесс увлажнения воздуха?
15. Для каких процессов обработки воздуха используют его контакт с водой?
16. Каким образом используются растворы солей для обработки воздуха при кондиционировании?
17. Для чего используется явление адсорбции в системах кондиционирования воздуха?
18. Как обеспечивается аэроионный режим воздушной среды при кондиционировании воздуха?
19. Каким образом обеспечивается кондиционирование воздуха на основе применения прямого изоэнтальпийного охлаждения?
20. При каких условиях применяются системы кондиционирования воздуха, использующие принцип косвенного испарительного охлаждения?
21. Какие преимущества при обработке воздуха имеет схема двухступенчатого испарительного охлаждения?
22. В чем состоят преимущества кондиционирования воздуха в теплый период года на основе применения внешних источников холода?
23. Какие выявляются особенности при кондиционировании воздуха в холодный период года?
24. Как реализуются процессы обработки воздуха в СКВ с применением жидких абсорбентов?
25. Каким образом реализуются процессы кондиционирования в многозональных системах с переменным расходом воздуха?
26. Где применяются двухканальные системы кондиционирования воздуха?
27. Какие существуют базовые схемы компоновки центральных кондиционеров воздуха?
28. Какой контактный аппарат является основным оборудованием СКВ для литропической и адиабатной обработки воздуха?
29. В чем состоит особенность применения блоков парового и сотового увлажнения для тепловлажностной обработки воздуха?

30. От каких факторов зависит эффективность процессов теплообмена в оросительной камере?
31. Что является контактной поверхностью потока воздуха с водой в теплообменном аппарате с орошаемой насадкой?
32. Существует ли способ интенсификации теплообмена в поверхностных теплообменниках центральных кондиционеров?
33. Из каких соображений рекомендуется принимать скорость движения воды в трубках поверхностного теплообменника в пределах 0,15...0,3 м/с?
34. Как осуществляются в центральных кондиционерах режимы охлаждения при постоянном влагосодержании и охлаждения с осушением воздуха?
35. Что представляет собой секция фильтрации центрального кондиционера воздуха?
36. Для чего предназначены воздушные клапаны в центральном кондиционере воздуха?
37. Какие параметры имеет теплоноситель для воздухонагревателя I-й ступени подогрева?
38. Как осуществляется защита воздухонагревателя I-й ступени от замерзания?
39. Какие параметры имеет теплоноситель для воздухонагревателя II-й ступени подогрева?
40. В каких случаях допускается применение артезианской воды в контактных аппаратах СКВ?
41. Каким образом осуществляется холодильный цикл в парокompрессионной холодильной машине?
42. Что представляет собой абсорбционная холодильная машина?
43. Какое рабочее вещество используется в воздушных холодильных машинах?
44. На чем основан термоэлектрический метод охлаждения?
45. Каким требованиям должны удовлетворять холодильные агенты, применяемые в СКВ?
46. В чем состоит метод испарительного охлаждения воздуха в системах кондиционирования?
47. Какие преимущества имеет комбинированная схема охлаждения воздуха?

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»**

### **7.1. Основная литература**

1. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 624 с. (ЭБС «IPRbooks»)
2. Кондиционирование воздуха в гражданских зданиях: метод. указания / С.В. Угорова, А.А. Боровицкий, А.Н. Стариков. – Владимир: ВлГУ, 2012. – 58 с. (Библ. ВлГУ)
3. Протасевич А.М. Энергосбережение в системах теплогоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2013. – 286 с. (ЭБС «Znanium»)
4. Угорова С.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: курс лекций. – Владимир: ВлГУ, 2015. – 127 с. (Библ. ВлГУ)
5. Угорова С.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: метод. указания по самостоятельному изучению дисциплины. – Владимир: ВлГУ, 2013. – 17 с. (Библ. ВлГУ)

## 7.2. Дополнительная литература

1. Аверкин А.Г. Примеры и задачи по курсу «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение». – М.: АСВ, 2007. – 126 с. (ЭБС «Консультант студента»)
2. Изельт П., Арндт У. Кондиционирование воздуха. Сплит- и VRF-мультисплит-системы. – М.: Техносфера, 2011. – 336 с.
3. Ильина Т.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учеб. пособие. – Белгород: БелГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. – 200 с. (ЭБС «IPRbooks»)
4. Краснов В.И. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2013. – 224 с. (ЭБС «Znanium»)
5. Самойлов В.С., Левадный В.С. Вентиляция и кондиционирование: учеб. пособие. – М.: Аделант, 2009. – 240 с. (ЭБС «IPRbooks»)
6. Семенов Ю.В. Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями. – М.: Техносфера, 2014. – 272 с. (ЭБС «IPRbooks»)
7. Сибикин Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: учеб. пособие. – М.: Академия, 2013. – 331 с. (Библ. ВлГУ)
8. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: учеб. пособие / А.В. Ананьев [и др.]. – М.: Евроклимат, 2014. – 272 с. (Библ. ВлГУ)
9. Фокин С.В., Шпортько О.Н. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация: учеб. пособие. – М.: Инфра-М, 2011. – 367 с. (Библ. ВлГУ)
10. ГК ИННОВЕНТ: Каталог продукции 2015-2016 гг. (Вентиляторы, кондиционеры, воздушно-тепловые завесы и др.): эл. издание. – М.: ГК ИННОВЕНТ, 2015. – 340 с. – Режим доступа: [http://www.innovent.ru/sites/default/files/Katalog\\_Ventiljatory\\_kondicionery\\_teplovy\\_zavesy\\_i\\_dr.pdf](http://www.innovent.ru/sites/default/files/Katalog_Ventiljatory_kondicionery_teplovy_zavesy_i_dr.pdf).

## 7.3. Нормативная литература

1. Архитектурно-строительное проектирование. Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования зданий, строений, сооружений: сб. нормативных актов и документов. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. – 452 с. (ЭБС «IPRbooks»)
2. Строительство, реконструкция, капитальный ремонт объектов капитального строительства. Инженерное оборудование зданий и сооружений и внешние сети. Теплоснабжение, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: сб. нормативных актов и документов. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. – 379 с. (ЭБС «IPRbooks»)
3. СНиП 2-04-05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 61 с.
4. СНиП 2.08.01-89\*. Жилые здания. – М.: ГУП ЦПП Госстроя РФ, 2000. – 15 с. (Библ. ВлГУ)
5. СНиП 2.08.02-89\*. Общественные здания и сооружения. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 15 с. (Библ. ВлГУ)
6. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: ФГУП ЦПП, 2000. – 91 с.
7. СНиП 31-01-2003. Здания жилые многоквартирные. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 24 с.

8. СНиП 41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 54 с. (Библ. ВлГУ)

#### **7.4. Периодические издания**

1. «АВОК».
2. «Инженерные системы».
3. «Сантехника. Отопление. Кондиционирование».
4. «Технологии интеллектуального строительства».

#### **7.5. Интернет-ресурсы**

1. НОУ-ХАУС.ру – Национальная информационная система по строительству // <http://www.know-house.ru>.
2. АВОК – Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике // <http://www.abok.ru>.
3. Теплосфера – Оптимальные инженерные решения // <http://tsfera.ru>.

### **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

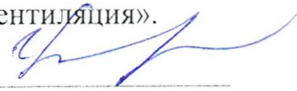
#### **«Кондиционирование воздуха и холодоснабжение»**

Для проведения лекционных занятий есть аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием и компьютером. Для проведения лабораторных и практических работ имеется лаборатория, оснащенная следующим оборудованием:

- модульная система BlowerDoor MultipleFan («Аэродверь»);
- приборы для исследования работы систем вентиляции (анемометр, психрометр, контактный термометр, шумомер);
- аэродинамический стенд;
- комплект лабораторного оборудования «Автоматизированная система отопления АСО-03»;
- тепловизор TESTO-875.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению бакалавриат 08.03.01 «Строительство» и профилю подготовки «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Рабочую программу составил(а) к.т.н., доцент каф. ТГВ и Г Угорова С.В. 

Рецензент: к.т.н.,

начальник ПСО ООО «Климат-сервис» Сущинин А.А. 


Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТГВ и Г.

Протокол № 8 от 14 апреля 2015 года.

Заведующий кафедрой ТГВ и Г Тарасенко В.И. 

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления бакалавриат 08.03.01 «Строительство».

Протокол № 8 от 16 апреля 2015 года.

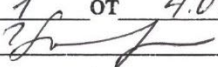
Председатель комиссии декан АСФ Авдеев С.Н. 

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2017/18 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 05.09.2017 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



Рабочая программа одобрена на 2018/2019 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 1 от 4.09.2018 года  
/ Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_




Рабочая программа одобрена на 2019/2020 учебный год  
Протокол заседания кафедры № 9 от 28.05 2019 года  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 2020/2021 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 01.09 2020 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_