

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор
по образовательной деятельности

А.А. Панфилов

« 21 » 05 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА И ХОЛОДОСНАБЖЕНИЕ»

Направление подготовки – 08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки – «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения – очная

Семестр	Трудоемкость, зач. ед. / час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	СРС, час.	Форма промежуточной аттестации (экз. / зачет / зачет с оценкой)
7	6 / 216	36	18	18	117	Экзамен (27 часов), КР
Итого	6 / 216	36	18	18	117	Экзамен (27 часов), КР

Владимир, 2019

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины «Кондиционирование воздуха и холодоснабжение» направлено на достижение следующих целей ОПОП 08.03.01 «Строительство»:

Код цели	Формулировка цели
Ц3	Подготовка выпускников к <i>научно-исследовательской деятельности</i> в области техники и технологии, в том числе междисциплинарных областях, связанных с выбором необходимых методов исследования, модифицирования существующих и разработки новых технологий исходя из задач конкретного исследования.
Ц5	Подготовка выпускников к эффективному использованию и <i>интеграции знаний в области фундаментальных наук</i> для решения исследовательских и прикладных задач применительно к профессиональной деятельности.

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.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:

- навыками и основными методами решения математических задач;
- первичными навыками и основными методами решения задач на компьютере.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП:

Код формируемых компетенций	Уровень освоения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине характеризующие этапы формирования компетенций (показатели освоения компетенции)
ПК-2. Способен выполнять работы по разработке технических решений элементов и узлов систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха	частичное	<p>Студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 пароконденсационной 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 пароконденсационную 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. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 часов.

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем 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, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС		
1	Общие сведения	7	1	2	1	1	3	1/25%	
2	Требования к системам кондиционирования воздуха	7	2	2	1	1	3	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	7	1/25%	
5	Расчетные параметры наружного воздуха	7	5	2	1	1	7	1/25%	
6	Схемы циркуляции воздуха в помещении	7	6	2	1	1	7	1/25%	1 рейтинг-контроль
7	Построение на I-d-диаграмме процессов изменения состояния влажного воздуха	7	7	2	1	1	7	1/25%	
8	Прямоточная система кондиционирования воздуха	7	8	2	1	1	7	1/25%	
9	СКВ с рециркуляцией	7	9	2	1	1	7	1/25%	
10	СКВ с первой и второй рециркуляцией	7	10	2	1	1	7	1/25%	
11	СКВ двухступенчатого испарительного охлаждения воздуха	7	11	2	1	1	7	1/25%	
12	Основное оборудование центральных СКВ	7	12	2	1	1	7	1/25%	2 рейтинг-контроль
13	Воздухоохладители центральных кондиционеров	7	13	2	1	1	7	1/25%	
14	Блоки увлажнения воздуха центральных кондиционеров	7	14	2	1	1	7	1/25%	
15	Естественные и искусственные источники ХС	7	15	2	1	1	7	1/25%	
16	Теплоснабжение центральных СКВ	7	16	2	1	1	7	1/25%	
17	ХС центральных СКВ	7	17	2	1	1	7	1/25%	
18	Подбор холодильного оборудования.	7	18	2	1	1	7	1/25%	3 рейтинг-контроль
Наличие в дисциплине КП/КР					+				
Всего за 7 семестр		216		36	18	18	117	18/25%	Экзамен (27 часов)
Итого по дисциплине		216		36	18	18	117	18/25%	Экзамен (27 часов)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Общие сведения.

Определение кондиционирования воздуха. Комфортное и технологическое кондиционирование воздуха. Принципиальная и структурная схема кондиционирования воздуха.

Тема 2. Требования к системам кондиционирования воздуха.

Санитарно-гигиенические, строительно-монтажные и архитектурные требования, эксплуатационные, экономические и технические требования.

Тема 3. Основные типы кондиционеров.

Кондиционеры сплит-систем, канальные кондиционеры и кондиционеры сплит-систем с приточной вентиляцией. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фанкойлами. Крышные кондиционеры. Центральные кондиционеры.

Тема 4. Санитарно-гигиенические и технологические основы кондиционирования воздуха.

Основные параметры влажного воздуха Расчетные параметры внутреннего воздуха

Тема 5. Расчетные параметры наружного воздуха.

Основные параметры наружного воздуха. Выбор параметров наружного воздуха. Расчетные параметры удаляемого воздуха. Схемы циркуляции воздуха в помещении.

Тема 6. Схемы циркуляции воздуха в помещении.

Схема I-d-диаграмма влажного воздуха. Угловой коэффициент луча процесса I-d- диаграммы.

Тема 7. Построение на I-d-диаграмме процессов изменения состояния влажного воздуха.

Изображение на i-d-диаграмме процессов изменения состояния воздуха. Процессы обработки воздуха: нагревание, охлаждение, увлажнение, осушение, смешение.

Тема 8. Прямоточная система кондиционирования воздуха.

Принципиальная схема прямоточной системы кондиционирования воздуха. Построение процессов обработки воздуха в прямоточной СВК для теплого и холодного периодов.

Тема 9. СКВ с рециркуляцией.

Принципиальная схема кондиционирования воздуха с первой рециркуляцией. Построение процессов обработки воздуха в СКВ с рециркуляцией в теплый и холодный период.

Тема 10. СКВ с первой и второй рециркуляцией.

Схема обработки воздуха в СКВ с двумя рециркуляциями. Построение процессов обработки воздуха в СВК с двумя рециркуляциями для теплого и холодного периодов.

Тема 11. СКВ двухступенчатого испарительного охлаждения воздуха.

Схема СКВ двухступенчатого испарительного охлаждения для теплого периода. Построение процессов обработки воздуха в СВК двухступенчатого испарительного охлаждения теплого периода. Схема СКВ с использованием кондиционера двухступенчатого испарительного охлаждения для холодного периода. Построение процессов обработки воздуха в СВК двухступенчатого испарительного охлаждения холодного периода.

Тема 12. Основное оборудование центральных СКВ.

Конструктивные особенности современного оборудования центральных систем кондиционирования воздуха. Схема компоновки центрального кондиционера по двухуровневой схеме. Поверхностные теплообменники. Поверхностные теплообменники. Водяные воздухонагреватели. Расчет воздухонагревателей.

Тема 13. Воздухоохладители центральных кондиционеров.

Конструктивные особенности воздухоохладителей. Расчет воздухоохладителей.

Тема 14. Блоки увлажнения воздуха центральных кондиционеров.
Камеры орошения. Блок сотового увлажнения. Блок парового увлажнения.

Тема 15. Естественные и искусственные источники ХС.
Естественные источники холодоснабжения. Искусственные источники холодоснабжения: парокомпрессионная холодильная машина, абсорбционная холодильная машина.

Тема 16. Теплоснабжение центральных СКВ.
Зависимая схема теплоснабжения воздухонагревателя первой ступени нагрева с двухходовым регулирующим клапаном. Зависимое подключение воздухонагревателей с установкой смесительного насоса на перемычке. Схема теплоснабжения воздухонагревателя первой ступени подогрева со смесительно-циркуляционным насосом и двухходовым клапаном.

Тема 17. Холодоснабжение центральных СКВ.
Схема моноблочного чиллера с воздушным охлаждением конденсатора. Холодоснабжение водяных поверхностных воздухоохладителей.

Тема 18. Подбор холодильного оборудования.
Температурный режим работы парокомпрессионной холодильной машины. Порядок расчета холодильной машины. Схема холодоснабжения. Подбор баков и насосов.

Содержание лабораторных работ по дисциплине

№ п/п	№ раздела	Наименование раздела, темы	Кол-во часов
1	2	Изучение свойств влажного воздуха	2
2	7	Процессы смешения влажного воздуха	2
3	12	Изучение и испытание бытового кондиционера БК-1500	2
4	15	Исследование работы кондиционера «Сплит-системы»	4
5	15	Исследование эффективности работы местного автономного кондиционера БК-1500.	4
6	12	Знакомство с блоками центрального кондиционера.	2
7	12	Исследование и испытание воздухонагревателя.	2

Содержание практических занятий по дисциплине

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

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В преподавании дисциплины используются разнообразные образовательные технологии – как традиционные, так и с применением активных и интерактивных методов обучения:

- *проведение активных и интерактивных лекционных занятий с разбором конкретных ситуаций*, на которых излагается теоретический материал с использованием компьютерных и технических средств (чтение лекций при наличии и использовании проектора, показ кинофильмов и др.), направленных на приобретение студентом теоретических знаний (темы 1-18);
- *интерактивные лабораторные работы* – предусматривают приобретение и закрепление знаний, полученных студентами на лекциях, приобретение навыков простейших экспериментальных исследований в области гидравлики (темы 1-7 лабораторных занятий);
- *групповая дискуссия* – для стимулирования студентов к самостоятельному приобретению знаний в конце лекции студентам задаются вопросы по теме лекции, а на практическом занятии проводится устный опрос и обсуждение ответов (темы 1-7 практических занятий);
- *самостоятельная работа* студентов предназначена для внеаудиторной работы студентов по закреплению теоретического материала и по изучению дополнительных разделов дисциплины и включает: подготовка к лекциям, лабораторным работам, оформление конспектов лекций, написание отчетов по лабораторным работам, написание рефератов, работа в электронной образовательной среде;
- *работа в команде* (работа в малой группе) используется при выполнении лабораторных и практических 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.

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, $\phi_n = 50\%$; параметры внутреннего воздуха: $t_v = 25$ °С, $\phi_v = 70\%$.
- 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, $\phi_n = 60\%$; параметры внутреннего воздуха: $t_v = 20$ °С, $\phi_v = 55\%$. Количество зрителей – 600 человек. Количество наружного воздуха на 1 зрителя – 20 м³/ч (при температуре 20 °С). Объем зрительного зала – 6 000 м³. Теплопоступления 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: $t_H = 29\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_H = 50\%$; параметры внутреннего воздуха: $t_B = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_B = 50\%$. Допустимый перепад температур – $5\text{ }^\circ\text{C}$, $Q_{\text{изб}} = 10\ 000\text{ Вт}$, $W = 5\text{ кг/ч}$.
- 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: $t_H = 31\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_H = 60\%$; параметры внутреннего воздуха: $t_B = 24\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_B = 50\%$. Допустимый перепад температур – $5\text{ }^\circ\text{C}$, $Q_{\text{изб}} = 40\ 000\text{ Вт}$, $W = 25\text{ кг/ч}$, $G_H = 10\ 000\text{ кг/ч}$.
- 5.1. Прямоточная система кондиционирования воздуха для холодного периода.
- 5.2.1. Воздух в количестве $G = 10\ 000\text{ кг/ч}$ с параметрами $t_1 = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_1 = 50\%$ необходимо охладить в поверхностном теплообменнике до $t_2 = 8\text{ }^\circ\text{C}$ и повысить φ до 90% . Построить на $I-d$ -диаграмме процесс охлаждения, определить количество выделившейся влаги из воздуха.
- 5.2.2. В секции подогрева нагревается $50\ 000\text{ кг/ч}$ наружного воздуха от $t = -5\text{ }^\circ\text{C}$, $I_1 = -4\text{ кДж/кг}$ до $t_2 = 15\text{ }^\circ\text{C}$. Определить параметры воздуха после подогрева и расход тепла.
- 6.1. Обработка воздуха водой, осушение воздуха сорбентами.
- 6.2. В помещении выделяется тепло и влага $Q_{\text{изб}} = 30\ 000\text{ Вт}$, $W = 20\text{ кг/ч}$, общее количество вентиляционного воздуха $G_O = 5\ 000\text{ кг/ч}$, количество наружного воздуха $G_H = 2\ 500\text{ кг/ч}$. Температура внутреннего воздуха $t_B = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Параметры наружного воздуха $t = 14\text{ }^\circ\text{C}$, $d = 1\text{ г/кг}$. 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 $G_1 = 4\ 500\text{ кг/ч}$, имеющего параметры $t_1 = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_1 = 60\%$ с $G_2 = 1\ 500\text{ кг/ч}$, имеющего параметры $t_2 = 30\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_1 = 50\%$.
- 7.2.2. Температура воздуха в цехе $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_1 = 50\%$. 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: $t_H = 28\text{ }^\circ\text{C}$, $d_H = 10,7\text{ г/кг}$, $t_B = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi_B = 50\%$, $Q_{\text{изб}} = 100\ 000\text{ Вт}$, $W = 50\text{ кг/ч}$, $\Delta t_{\text{доп}} = 7\text{ }^\circ\text{C}$. Построить процесс обработки воздуха.
- 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

- 1.1. Составление теплового баланса помещения.
- 1.2. 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 $t_H = 27 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_H = 50\%$; параметры внутреннего воздуха: $t_B = 23 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 50\%$. Допустимый перепад температур – $5 \text{ }^\circ\text{C}$, $Q_{изб} = 10\,000 \text{ Вт}$, $W = 6 \text{ кг/ч}$.

- 2.1. Комфортное и технологическое кондиционирование.
- 2.2. 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: $t_H = 31 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_H = 60\%$; параметры внутреннего воздуха: $t_B = 24 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 55\%$. Допустимый перепад температур – $5 \text{ }^\circ\text{C}$, $Q_{изб} = 45\,000 \text{ Вт}$, $W = 25 \text{ кг/ч}$, $G_H = 11\,000 \text{ кг/ч}$.
- 3.1. $I-d$ -диаграмма влажного воздуха.
- 3.2. Исходные данные: $t_H = 28 \text{ }^\circ\text{C}$, $d_H = 10,7 \text{ г/кг}$, $t_B = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 50\%$, $Q_{изб} = 80\,000 \text{ Вт}$, $W = 40 \text{ кг/ч}$, $\Delta t_{доп} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$. Построить процесс обработки воздуха.
- 4.1. Принципиальная и структурная схемы систем кондиционирования воздуха.
- 4.2. 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.
- 5.1. Процессы обработки воздуха в СКВ.
- 5.2. 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 кг/ч . Расчетные параметры наружного воздуха в ТП: $t_H = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_H = 60\%$; параметры внутреннего воздуха $t_B = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 60\%$.
- 6.1. Основное оборудование СКВ.
- 6.2. 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, $G_O = 55\,000 \text{ кг/ч}$, тепlopоступления $Q = 60\,000 \text{ Вт}$, влаговыведения $W = 20 \text{ кг/ч}$.
- 7.1. Центральные многозональные системы кондиционирования.
- 7.2. Определить количество вентиляционного воздуха и построить процесс кондиционирования воздуха на $I-d$ -диаграмме для помещения зрительного зала. Расчетные параметры: $t_H = 21 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_H = 50\%$; параметры внутреннего воздуха $t_B = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 55\%$. Количество зрителей 500 человек. Количество наружного воздуха 1 зрителя $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ (при температуре $20 \text{ }^\circ\text{C}$). Объем зрительного зала $6\,000 \text{ м}^3$. Тепlopоступления составляют $7\,000 \text{ Вт}$.

Рейтинг-контроль № 3

- 1.1. Схема обработки воздуха с применением двухступенчатого испарительного охлаждения для теплого периода.
- 1.2. 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: $t_H = 33 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_H = 65\%$; $t_B = 22 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 50\%$. Допустимый перепад температур $6 \text{ }^\circ\text{C}$, $\varepsilon = 6\,000 \text{ кДж/кг}$, $G = 12\,000 \text{ кг/ч}$, $G_H = 6\,000 \text{ кг/ч}$.
- 2.1. Прямоточная система кондиционирования воздуха для теплого периода.
- 2.2. Определить количество вентиляционного воздуха, параметры приточного воздуха для помещения с избытками тепла и влаги. Величина $\varepsilon = 7\,000 \text{ кДж/кг}$, количество тепла $Q = 40\,000 \text{ Вт}$. Расчетные параметры воздуха: $t_H = 21 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_H = 50\%$; $t_B = 25 \text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 65\%$.

- 3.1. 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 – $t_H = 31\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_H = 60\%$, $t_B = 24\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 50\%$; ХП – $t_H = -15\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_H = 75\%$, $t_B = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 50\%$.
- 3.2. Теплопоступления через ограждающие конструкции в ТП 11 500 Вт. Теплотери через наружные ограждения в ХП – 19 200 Вт. Количество наружного воздуха – $G_H = 18\,000\text{ кг/ч}$, $\Delta t_{\text{доп}} = 5\text{ }^\circ\text{C}$.
- 4.1. Прямоточная система кондиционирования воздуха для холодного периода.
- 4.2. В помещении выделяется тепло и влага $Q_{\text{изб.ХП}} = 20\,000\text{ Вт}$, $W = 15\text{ кг/ч}$, общее количество вентиляционного воздуха $G_0 = 5\,000\text{ кг/ч}$, количество наружного воздуха $G_H = 2\,500\text{ кг/ч}$. Температура внутреннего воздуха $t_B = 20\text{ }^\circ\text{C}$. Параметры наружного воздуха $t_H = -14\text{ }^\circ\text{C}$, $d_H = 1\text{ г/кг}$. Определить параметры приточного воздуха, рассчитать калорифер.
- 5.1. Схема обработки воздуха с первой и второй рециркуляцией для ХП.
- 5.2. Построить процесс обработки воздуха по представленной схеме и рассчитать калорифер. Исходные данные: г. Брянск, кинозал на 550 человек, $G_0 = 45\,000\text{ кг/ч}$, теплопоступления $Q = 50\,000\text{ Вт}$, влаговыделения $W = 25\text{ кг/ч}$.
- 6.1. Схема обработки воздуха с первой и второй рециркуляцией для ТП.
- 6.2. Исходные данные: $t_H = 28\text{ }^\circ\text{C}$, $d_H = 10,7\text{ г/кг}$, $t_B = 22\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 50\%$, $Q_{\text{изб}} = 100\,000\text{ Вт}$, $W = 50\text{ кг/ч}$, $\Delta t_{\text{доп}} = 7\text{ }^\circ\text{C}$. Построить процесс обработки воздуха и рассчитать калорифер.
- 7.1. Принципиальная и структурная схемы систем кондиционирования воздуха.
- 7.2. Определить расход приточного воздуха для помещения с избытками тепла и влаги, построить процесс кондиционирования воздуха и рассчитать калорифер. Исходные данные: $Q = 270\,000\text{ кДж/ч}$, $W = 36\text{ кг/ч}$, $t_H = 31\text{ }^\circ\text{C}$, $d_H = 14,5\text{ г/кг}$, $t_B = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 50\%$, $\Delta t_{\text{доп}} = 7\text{ }^\circ\text{C}$, $t_Y = 28\text{ }^\circ\text{C}$, $G_H = 5000\text{ кг/ч}$.
- 8.1. Схема обработки воздуха с применением двухступенчатого испарительного охлаждения для ХП.
- 8.2. В цех подается наружный воздух, обработанный в кондиционере. Расход подаваемого воздуха $G_0 = 72\,000\text{ кг/ч}$. Параметры приточного воздуха $t_H = 14\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 70\%$, наружного воздуха $t_H = -28\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 70\%$.
- 9.1. Схема обработки воздуха с первой рециркуляцией и вторым подогревом для холодного периода.
- 9.2. В помещение подается $G_0 = 52\,000\text{ кг/ч}$, 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: $t_H = -21\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 90\%$, $t_B = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 45\%$. Рассчитать калорифер, построить процесс обработки воздуха.
- 10.1. Местные автономные кондиционеры.
- 10.2. Построить процесс обработки воздуха по схеме с двухступенчатым испарительным охлаждением для ТП. Исходные данные: $t_H = 32\text{ }^\circ\text{C}$, $d_H = 2,5\text{ г/кг}$, $\Delta t = 6\text{ }^\circ\text{C}$, $t_B = 25\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi_B = 55\%$, $G = 0,5 G_0$.

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. Курсовое проектирование

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.

Темы курсовых проектов (работ)

1. Проектирование системы кондиционирования воздуха для кинотеатра на 200 мест.
2. Проектирование системы кондиционирования воздуха зрительного зала с эстрадой на 200 человек для дома культуры.
3. Проектирование системы кондиционирования воздуха для дома культуры с залом на 750 мест.
4. Проектирование системы кондиционирования воздуха широкоэкранный кинотеатра на 300 мест.

5. Проектирование системы кондиционирования воздуха клуба со зрительным залом на 500 мест.
6. Проектирование системы кондиционирования воздуха для сельского дома культуры с залом 300 мест.
7. Проектирование системы вентиляции клуба со зрительным залом на 250 мест и библиотекой на 5000 томов.
8. Проектирование системы кондиционирования воздуха для сельского дома культуры с залом 300 мест.
9. Проектирование системы кондиционирования воздуха клуба со зрительным залом на 400 мест.
10. Проектирование системы кондиционирования воздуха для зрительного зала общественного центра поселка.
11. Проектирование системы кондиционирования воздуха спортивного корпуса с блоком раздевалок.
12. Проектирование системы кондиционирования воздуха клуба со зрительным залом на 300 мест.
13. Проектирование системы кондиционирования воздуха спортивного корпуса.
14. Проектирование системы кондиционирования воздуха сельского дома культуры на 400 мест со спортзалом.
15. Проектирование системы кондиционирования воздуха сельского клуба с залом на 150 мест.
16. Проектирование системы кондиционирования воздуха административного здания.
17. Проектирование системы кондиционирования воздуха клуба со зрительным залом на 200 мест и эстрадой.
18. Проектирование системы кондиционирования воздуха кинотеатра на 350 мест.
19. Проектирование системы кондиционирования воздуха кинотеатра на 150 мест.
20. Проектирование системы кондиционирования воздуха клуба со зрительным залом на 200 мест.
21. Проектирование системы кондиционирования воздуха для дома культуры со зрительным залом на 450 мест и сценой.
22. Проектирование системы кондиционирования воздуха для клуба со зрительным залом на 350 мест и гимнастическим залом.
23. Проектирование системы кондиционирования воздуха для дома культуры со зрительным залом на 300 мест и административными помещениями.
24. Проектирование системы кондиционирования воздуха для читального зала на 100 читательских мест с фондом закрытого хранения.
25. Проектирование системы кондиционирования воздуха для дома культуры со зрительным залом на 400 мест и административными помещениями.

6.4. 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 тепломассообмена в оросительной камере?
31. Что является контактной поверхностью потока воздуха с водой в тепломассообменном 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 $0,15 \dots 0,3$ 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 степени подогрева?
38. Как осуществляется защита воздухонагревателя I-й степени от замерзания?
39. Какие параметры имеет теплоноситель для воздухонагревателя II-й степени 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?

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ	
		Количество экземпляров изданий в библиотеке ВлГУ в соответствии с ФГОС ВО	Наличие в электронной библиотеке ВлГУ
1	2	3	4
Основная литература			
1. Калиниченко М.Ю. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий: учеб. пособие. – Ставрополь: СКФУ. – 136 с. ISSN 2227-8397.	2017	–	http://www.iprbookshop.ru/75578.html
2. Дячек П.И. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учеб. пособие. – М.: АСВ. – 676 с. 978-5-4323-0237-3.	2017	–	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432302373.html
3. Максимова Н.А., Орлова А.Я., Колосова Н.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: практикум. – Макеевка: ДНАСА, АСВ. – 90 с. ISSN 2227-8397.	2019	–	http://www.iprbookshop.ru/93860.html
4. Угорова С.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: курс лекций. – Владимир: ВлГУ. – 127 с. 978-5-9984-0584-6.	2015	73	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/4269/1/01436.pdf
5. Ильина Т.Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учеб. пособие. – Саратов: Профобразование. – 160 с. 978-5-4488-0562-2.	2020	–	http://www.iprbookshop.ru/28350.html
Дополнительная литература			
1. Протасевич А.М. Энергосбережение в системах теплогаснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 286 с. 978-5-16-102583-3.	2019	–	https://new.znanium.com/catalog/product/1013521
2. Фокин С.В., Шпортько О.Н. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха: устройство, монтаж и эксплуатация: учеб. пособие. – М.: Инфра-М. – 368 с. 978-5-98281-170-7.	2014	1 (2009) 3 (2011)	https://new.znanium.com/catalog/product/448775
3. Щукина Т.В. Монтажное проектирование и технология сборки систем кондиционирования микроклимата зданий и сооружений: учеб. пособие. – Саратов: Профобразование. – 180 с. 978-5-4488-0370-3.	2019	–	http://www.iprbookshop.ru/87272
4. Самарин О.Д. Гидравлические расчеты инженерных систем: справ. пособие. – М.: АСВ. – 136 с. 978-5-4323-0014-0.	2016	–	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432300140.html

1	2	3	4
5. Пыжов В.К., Смирнов Н.Н. Системы кондиционирования, вентиляции и отопления: учебник. – М.–Вологда: Инфра-Инженерия. – 528 с. 978-5-9729-0345-0	2019	–	https://new.znaniium.com/catalog/product/1053294
6. Гидравлический расчет инженерных сетей систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха общественного: метод. указания к практическим занятиям и выполнению курсовой работы / Сост.: Самарин О.Д. – М.: МГСУ. – 26 с. ISSN 2227-8397.	2017	–	http://www.iprbookshop.ru/72583.html
7. Свистунов В.М., Пушняков Н.К. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства: учебник. – СПб.: Политехника. – 429 с. 978-5-7325-1088-1.	2016	–	http://www.iprbookshop.ru/58854.html
8. Кондиционирование воздуха в гражданских зданиях: метод. указания к курсовой работе / С.В. Угорова, А.А. Боровицкий, А.Н. Стариков. – Владимир: ВлГУ. – 58 с.	2012	37	http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2284/1/00856.pdf
9. Зеликов В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. – М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 624 с. 978-5-9729-0037-4.	2013	–	http://www.iprbookshop.ru/13551
10. Архитектурно-строительное проектирование. Проектирование систем отопления, вентиляции и кондиционирования зданий, строений, сооружений: сб. нормат. актов и документов / Сост.: Ю.В. Хлистунов. – Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2015. – 452 с. 978-5-905916-15-1.	2015	–	http://www.iprbookshop.ru/30223

7.2. Периодические издания

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

7.3. 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

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».

Рабочую программу составил к.т.н., доц. кафедры 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 № 9 от 21 мая 2019 года.

И.о. зав. кафедрой ТГВ и Г Угорова С.В. 

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

Протокол № 9 от 27 мая 2019 года.

Председатель комиссии директор ИАСЭ Авдеев С.Н. 

**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 _____