

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»
в городе Борисоглебске



УТВЕРЖДАЮ

Директор филиала

Е.А. Позднова/

_____ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Кондиционирование воздуха»**

Направление подготовки 08.03.01 Строительство

Профиль Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения Очная

Год начала подготовки 2023 г.

Автор(ы) программы

Глушков А.Ю.

Заведующий кафедрой
теплогазоснабжения,
отопления и вентиляции

Корсунова Е.А.

Руководитель ОПОП

Филатова Н.В.

Борисоглебск 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

- изучение техники и технологии кондиционирования воздуха, обоснование выбора наиболее целесообразных технологических схем кондиционирования воздуха;
- выбор и расчет режимов работы системы кондиционирования воздуха (СКВ);
- обоснование способов снижения энергопотребления в СКВ, способов и систем холодоснабжения;
- расчет элементов и анализ работы СКВ в годовом режиме;
- выбор способов и принципов автоматического управления и регулирования СКВ;
- испытание, наладка и пуск в эксплуатацию СКВ.

1.2. Задачи освоения дисциплины

- рассмотреть классификацию систем кондиционирования воздуха;
- освоить назначение и конструктивные особенности СКВ;
- изучить современные методы расчета технических показателей энергосберегающего оборудования.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Кондиционирование воздуха» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Кондиционирование воздуха» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен организовывать работы по техническому обслуживанию, эксплуатации, ремонту, реконструкции систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения, разрабатывать и внедрять мероприятия по ресурсо- и энергосбережению

ПК-5 - Способен выполнять и организовывать работы по проектированию систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения зданий, сооружений, населённых мест

ПК-6 - Способен выполнять и организовывать авторский надзор по проектным решениям систем теплогазоснабжения, вентиляции и водоснабжения и водоотведения

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	знать - методы проведения инженерных изысканий
	уметь - проектировать детали и конструкции в соответствии с техническим заданием
	владеть

	- методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированных проектирования
ПК-5	знать - основные понятия, определения и законы; методы постановки, исследования и решения задач и термодинамических расчетов систем кондиционирования воздуха
	уметь - выполнять аэродинамические и гидравлические расчеты систем с подбором оборудования; решать практические задачи расчета систем кондиционирования и холодоснабжения
	владеть - методиками термодинамических расчетов систем кондиционирования воздуха; методами расчета и подбора климатического оборудования
ПК-6	знать - действующую методическую и сметно-нормативную базу для определения стоимости строительства
	уметь - составлять сметную документацию разными методами
	владеть - способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Кондиционирование воздуха» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		7	8
Аудиторные занятия (всего)	76	36	40
В том числе:			
Лекции	38	18	20
Практические занятия (ПЗ)	38	18	20
Самостоятельная работа	77	36	41
Курсовая работа	+	+	
Часы на контроль	27		27
Виды промежуточной аттестации -	+	Зач. с оцен	экзамен
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	180 5	72 2	108 3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Теоретические основы кондиционирования воздуха	История и перспективные направления развития СКВ. Классификация СКВ. Процессы изменения состояния воздуха в аппаратах СКВ. Теоретические основы технологии получения холода.	2	2	2	6
2	Холодильные агенты.	Термодинамические свойства холодильных агентов. Характеристики холодильных агентов.	2	2	4	8
3	Климатическое оборудование	Элементная база климатического оборудования. Классификация, назначение, устройство, принцип действия компрессоров. Теплообменные аппараты СКВ. Вспомогательное оборудование.	4	2	6	12
4	Центральные системы кондиционирования воздуха	Назначение, область применения, основные конструктивные и функциональные особенности центральных однозональных СКВ с постоянным и переменным расходом воздуха. Принцип действия, назначение, область применения и конструктивные особенности центральных многозональных СКВ с зональными поверхностными теплообменниками, с переменным количеством воздуха.	6	6	12	24
5	Конструктивные элементы центральных кондиционеров.	Назначение и конструктивные особенности блоков приемного, для распределения, смешения потоков воздуха; воздушных фильтров; воздухонагревателей; блоков увлажнения и осушения; теплообменников для утилизации и регенерации теплоты с промежуточным теплоносителем.	2	2	6	10
6	Бытовые кондиционеры.	Требования, предъявляемые к бытовым кондиционерам, технические характеристики и их особенности: конструктивные и функциональные. Функциональные особенности кондиционеров с регулируемой производительностью. Назначение и конструктивные особенности	6	6	12	24

		многозональных бытовых кондиционеров.				
7	Многозональные системы кондиционирования воздуха	Состав, принцип работы и преимущества системы. Основы расчета и проектирования системы: этапы проектирования, выбор исходных данных для проектирования, особенности при выполнении расчета и проектировании центрально-местных систем кондиционирования. Представлены основы расчета и подбора парокомпрессионной холодильной машины, описан принцип её действия.	4	4	6	14
8	Полупромышленное кондиционирование воздуха	Технические характеристики полупромышленных кондиционеров. Конструктивные особенности компрессорно-конденсаторных блоков полупромышленных кондиционеров. Конструктивные особенности и область применения кондиционеров: потолочных, настенных, потолочно-подвесных, канальных, напольных, однозональных мульти-сплит – систем, крышных, прецизионных.	8	8	14	30
9	Автоматизация систем кондиционирования	Объекты регулирования СКВ. <i>Обобщенная функциональная модель обслуживаемого помещения как объекта регулирования. Функциональная и структурная схемы теплообменника типа «жидкость-воздух».</i> Автоматизация контактных тепло-массообменных аппаратов. Управление смесительными камерами. Основные сведения о вентиляционной сети для автоматизации СКВ. Принцип действия и назначение датчиков и регулирующих органов. Современные решения по автоматизации агрегатов и систем.	4	6	13	23
Итого			38	38	77	153

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 8 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Проектирование системы кондиционирования воздуха и холодоснабжения общественного здания»

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- выбор исходных данных для проектирования;
- расчет потоков вредных выделений в помещениях общественных зданий;
- выбор схемы воздухораспределения и расчет воздухообмена в помещении
- построение процессов системы кондиционирования воздуха на $J-d$ -диаграмме влажного воздуха;
- конструирование системы кондиционирования воздуха, расчет элементной базы;
- расчет холодильной машины.

Курсовая работа включает в себя графическую часть и расчетно-пояснительную записку.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	знать - методы проведения инженерных изысканий	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь - проектировать детали и конструкции в соответствии с техническим заданием	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть - методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-5	знать - основные понятия, определения и законы; методы постановки, исследования и решения задач и термодинамических расчетов систем кондиционирования воздуха	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь - выполнять аэродинамические и гидравлические расчеты систем с подбором оборудования; решать практические задачи расчета систем кондиционирования и холодоснабжения	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть - методиками термодинамических расчетов систем кондиционирования воздуха; методами расчета и подбора климатического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

ПК-6	знать - действующую методическую и сметно-нормативную базу для определения стоимости строительства	Активная работа на практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь - составлять сметную документацию разными методами	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть - способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 7, 8 семестре для очной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-4	знать - методы проведения инженерных изысканий	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь - проектировать детали и конструкции в соответствии с техническим заданием	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть - методами проведения инженерных изысканий, технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

	х комплексов и систем автоматизированных проектирования					
ПК-5	знать - основные понятия, определения и законы; методы постановки, исследования и решения задач и термодинамических расчетов систем кондиционирования воздуха	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь - выполнять аэродинамические и гидравлические расчеты систем с подбором оборудования; решать практические задачи расчета систем кондиционирования и холодоснабжения	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть - методиками термодинамических расчетов систем кондиционирования воздуха; методами расчета и подбора климатического оборудования	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-6	знать - действующую методическую и сметно-нормативную базу для определения стоимости строительства	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь - составлять сметную документацию разными методами	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть - способностью проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Перечислите основные параметры микроклимата в помещении и сформулируйте особенность их воздействия на человека:

а) Температура воздуха , относительная влажность воздуха и запылённость воздуха. Определяют самочувствие человека в помещении независимо друг от друга

б) Радиационная температура помещения, температура воздуха в помещении, относительная влажность воздуха и подвижность воздуха. Определяют самочувствие человека отдельно, независимо друг от друга

с) Температура воздуха помещения, относительная влажность воздуха, подвижность воздуха и запылённость воздуха. Определяют самочувствие человека в помещении совместно (в сочетаниях)

д) Температура воздуха в помещении, радиационная температура помещения, относительная влажность воздуха и подвижность воздуха. Определяют самочувствие человека в помещении совместно (в сочетаниях)

2. Перечислите нормируемые параметры микроклимата в помещении (согл. приложениям СНиП):

а) Температура воздуха и подвижность воздуха

б) Температура воздуха, относительная влажность воздуха и подвижность

с) Температура воздуха, радиационная температура помещения, относительная влажность воздуха и подвижность

д) Температура воздуха и относительная влажность воздуха

3. Сформулируйте основные задачи кондиционирования воздуха:

а) Обеспечение и автоматическое поддержание допустимых параметров воздуха в помещениях

б) Обеспечение и автоматическое поддержание оптимальных параметров воздуха в помещениях

с) Поддержание оптимальных параметров воздуха в помещениях

д) Обеспечение и автоматическое поддержание заданных параметров воздуха в помещениях

4. Что понимают под осушением (увлажнением) воздуха в системах КВ?

а) Уменьшение (увеличение) относительной влажности воздуха

б) Уменьшение (увеличение) влагосодержания воздуха

с) Уменьшение (увеличение) теплосодержания воздуха

д) Уменьшение (увеличение) температуры воздуха

5. Из каких основных элементов состоят сплит-системы?

а) Калорифер и канальный вентилятор

б) Компрессорно-конденсаторный блок и калорифер

с) Испарительный блок и компрессорно-конденсаторный блок

д) Диаметральный вентилятор, фильтр, электроркалорифер, корпус

6. Основной недостаток сплит-систем?

a) Невозможность автоматической регулировки работы при изменяющихся условиях в помещении

b) Невозможность подачи в помещение свежего наружного воздуха

c) Невозможность использования в качестве нагревателя в переходный период года

d) Затруднения при монтаже и сложность в эксплуатации

7. В чём основное конструктивное отличие мультисплит-систем от обычных?

a) Наличие нескольких компрессорно-конденсаторных блоков и одного испарительного

b) Наличие нескольких испарительных блоков и одного компрессорно-конденсаторного

c) Отсутствие систем дистанционного управления каждым блоком

d) Наличие одного испарительного и одного компрессорно-конденсаторного блока

8. Номер центробежного (радиального) вентилятора указывает на:

a) Мощность электродвигателя (кВт)

b) Вид привода (на оси, через клиноремённую передачу, через эластичную муфту и т.п.)

c) Максимальный напор, развиваемый в вентиляционной сети (кг/м²×10³)

d) Диаметр рабочего колеса (дм)

9. Под рециркуляцией в системах вентиляции и КВ понимают?

a) Полную или частичную подачу удаляемого воздуха в помещение после обработки в системах вентиляции или КВ

b) Использование тепла удаляемого воздуха для подогрева приточного в теплообменниках-рекуператорах

c) Очистку удаляемого воздуха от пыли и других вредных веществ

d) Использование удаляемого воздуха для вентиляции помещений с кратковременным пребыванием людей

10. Какую мощность должен иметь электрокалорифер, чтобы нагревать 1000 кг/час воздуха от температуры $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$? (Теплоёмкость воздуха принять равной 0,278 Вт/кг.град)

a) 11,12 кВт

b) 10 кВт

c) 12,11 кВт

d) 15 кВт

11. Температура «точки росы» зависит:

a) Только от относительной влажности воздуха

b) От относительной влажности воздуха и температуры воздуха

c) Только от температуры воздуха

d) От температуры воздуха и температуры охлаждённых поверхностей

12. Что называется воздухообменом?

a) Процесс удаления воздуха из помещения

b) Частичная или полная смена воздуха в помещении

- c) Процесс обработки и подачи наружного воздуха в помещение
- d) Процесс поступления наружного воздуха через неплотности в ограждающих конструкциях

13. Аэродинамический расчёт системы вентиляции (КВ) выполняется с целью?

- a) Подбора вентиляционных решёток (тип, живое сечение и т.п.)
- b) Определения протяжённости вентиляционной сети
- c) Определения сечения участков вентиляционной сети и потерь давления
- d) Определения и подбора воздухонагревателя (калорифера)

14. Из каких основных элементов состоит фанкойл?

- a) Теплообменник и вентилятор
- b) Вентилятор и электронный регулятор вращения
- c) Вентилятор, фильтр, теплообменник, пульт управления
- d) Вентилятор и фильтр

15. Из каких основных элементов состоит чиллер?

- a) Холодильная машина
- b) Вентилятор, фильтр и холодильная машина
- c) Особый тип вентилятора
- d) Вентилятор, теплообменник и фильтр

16. Какой прибор служит для измерения скорости и расхода воздуха в вентиляционных сетях?

- a) Психрометр
- b) Тахометр
- c) Микроманометр (жидкостной или электронный) и трубка Пито
- d) Анемометр

17. С какой целью проводятся пуско-наладочные работы систем вентиляции и КВ?

- a) С целью приведения фактических показателей работы системы к проектным
- b) С целью определения расходов воздуха по участкам вентиляционной системы
- c) С целью определения производительности вентилятора
- d) С целью определения потерь давления по участкам вентиляционной системы

18. Прецизионные кондиционеры предназначены для:

- a) Поддержания температуры воздуха с точностью ± 1 градус
- b) Поддержания допустимой температуры воздуха
- c) Поддержания температуры воздуха с точностью ± 1 градус и относительной влажности воздуха с точностью $\pm 2\%$
- d) Поддержания допустимой запылённости воздуха помещения

19. Возможно ли использовать сплит-систему для нагрева воздуха в помещении?

- a) Нет
- b) Да, в режиме теплового насоса при температуре наружного воздуха =

до – 10 градусов

- с) Да, только в ночное время
- д) Да, только с двухкратным уменьшением расхода воздуха

20. Каковы конструктивные особенности применения кондиционеров сплит-систем с приточной вентиляцией для Тульской области ($t_{н}=-27\text{ }^{\circ}\text{C}$)?

- а) В приточную систему кроме внутреннего блока сплит-системы обязательно включается водяной или электрический нагреватель (калорифер)
- б) В приточную систему дополнительно включается фильтр тонкой очистки

с) Приточная система обязательно должна включать байпас (обводную линию)

- д) Рециркуляция воздуха недопустима

21. Чему равна величина максимального влагосодержания воздуха при 19°C ?

- а) 15 г/кг
- б) 13 г/кг
- с) 11 г/кг
- д) 14 г/кг

22. Чему равна величина максимального влагосодержания воздуха при 27°C ?

- а) 23 г/кг
- б) 22 г/кг
- с) 21 г/кг
- д) 22,5 г/кг

23. Определите влагосодержание воздуха при $t=+25^{\circ}\text{C}$ и $\varphi=50\%$.
(Воспользоваться $J-d$ диаграммой)

- а) 11 г/кг
- б) 12 г/кг
- с) 10 г/кг
- д) 9 г/кг

24. Определите относительную влажность воздуха при $t=+16^{\circ}\text{C}$ и $d=8$ г/кг.

- а) 70%
- б) 75%
- с) 60%
- д) 65%

25. Определите температуру «точки росы» при $t=25^{\circ}\text{C}$ и $\varphi=50\%$.
(Воспользоваться $J-d$ диаграммой)

- а) 14°C
- б) 15°C
- с) 18°C
- д) 17°C

26. Вода (как хладагент) в центральном кондиционере разбрызгивается в оросительной камере, контактируя с воздухом, поступает в поддон, а из него в градирню, где охлаждается и насосом вновь подаётся на форсунки

оросительной камеры. Как называют этот процесс обработки воздуха?

- a) Политропное охлаждение
- b) Политропный нагрев
- c) Адиабатическое охлаждение
- d) Адиабатический нагрев

27. Из каких основных элементов состоит схема автоматического регулирования СКВ?

- a) Измерительное устройство (датчик), исполнительное устройство, усилитель сигнала, задатчик (формирователь установок) и регулятор
- b) Измерительное устройство (датчик), исполнительное устройство, устройство сравнения, задатчик (формирователь установок), усилитель сигнала, регуляторы
- c) Измерительное устройство (датчик) и исполнительное устройство
- d) Измерительное устройство (датчик), исполнительное устройство и регуляторы

28. Какой параметр служит для контроля запылённости воздушного фильтра?

- a) Величина давления воздуха за фильтром
- b) Величина давления воздуха перед фильтром
- c) Перепад давления до и после фильтра
- d) Перепад динамического давления до и после фильтра

29. Воздух имеет параметры: $d=10$ г/кг; $\varphi=100\%$. Определите температуру воздуха (t). (Воспользуйтесь $J-d$ диаграммой)

- a) 14°C
- b) 15°C
- c) $14,5^\circ\text{C}$
- d) 0°C

30. Воздух имеет параметры: $d=10$ г/кг; $\varphi=50\%$. Определите температуру воздуха (t). (Воспользуйтесь $J-d$ диаграммой)

- a) 24°C
- b) 30°C
- c) 25°C
- d) 15°C

31. Воздух имеет параметры: $t=+22^\circ\text{C}$; $\varphi=80\%$. Определите энтальпию (теплосодержание) воздуха (J). (Воспользуйтесь $J-d$ диаграммой)

- a) 56 кДж/кг
- b) 60 кДж/кг
- c) 50 кДж/кг
- d) 53 кДж/кг

32. Воздух имеет параметры: $\varphi=100\%$; $t=+13^\circ\text{C}$. Определите температуру «точки росы». (Воспользуйтесь $J-d$ диаграммой)

- a) 10°C
- b) 0°C
- c) 13°C
- d) 11°C

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Определить параметры приточного воздуха и потребный воздухообмен для цеха при следующих исходных данных:

полные теплоизбытки в цеху $Q_{изб} = \text{кДж/час}$, влаговыделения $W = \text{кг/час}$.

Заданные параметра воздуха в цеху составляют $t_e = ^\circ\text{C}$ и $\varphi_B = \%$.

Параметры наружного воздуха: $t_n = ^\circ\text{C}$, $i_n = \text{кДж/кг}$, $t_p = ^\circ\text{C}$ $t_y = ^\circ\text{C}$.

2. Рассчитать поступление тепла и влаги в зрительный зал. Определить и построить луч процесса на i-d диаграмме.

Заданные параметра внутреннего воздуха составляют $t_e = ^\circ\text{C}$ и $\varphi_B = \%$.

Количество зрителей человек. Количество наружного воздуха на одного человека $L_{п}, \text{м}^3/\text{час}$. Теплопоступления через наружные ограждения и от солнечной радиации $Q_{огр}, \text{кДж/час}, \text{кВт}$.

Количество явного тепла, выделяемого одним человеком при $t_e, ^\circ\text{C}$, $q_{явн}^L, \text{Вт/чел}$, полного тепла $q_{полн}^L = \text{Вт/чел}$, влаговыделения $w_i = \text{г/чел*час}$. Температура приточного воздуха составляет $t_{п} = ^\circ\text{C}$.

3. Построить процесс обработки воздуха для зрительного зала. Рассчитать требуемый воздухообмен и производительность оросительной камеры по холоду при следующих исходных данных:

Параметры наружного воздуха: $t_n, ^\circ\text{C}$, $i_n, \text{кДж/кг}$, $d_n, \text{г/кг}$.

Заданные параметра внутреннего воздуха составляют $t_e, ^\circ\text{C}$ и $\varphi_B, \%$.

Точка П: $t_{п}, ^\circ\text{C}$ $i_{п}, \text{кДж/кг}$, $d_{п}, \text{г/кг}$.

Точка У: $t_y, ^\circ\text{C}$ $i_y, \text{кДж/кг}$, $d_y, \text{г/кг}$.

Избытки явной теплоты: $Q_{явн}^{изб}, \text{Вт}$. Избытки полной теплоты: $Q_{полн}^{изб}, \text{Вт}$
Влаговыделения: $W, \text{кг/ч}, \text{кг/ч}$.

4. Построить процесс обработки воздуха в холодный период года для приточной схемы при следующих исходных данных:

Избытки полной теплоты $Q_{полн}^{изб}, \text{Вт}$

Влаговыделения: $W, \text{кг/ч}$.

Параметры наружного воздуха: $t_n, ^\circ\text{C}$, $i_n, \text{кДж/кг}$.

Параметра внутреннего воздуха составляют $t_e, ^\circ\text{C}$ и $\varphi_B, \%$.

Для холодного периода года расход приточного воздуха составляет $G_{п}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$.

5. Построить процесс обработки воздуха в холодный период года для рециркуляционной схемы при следующих исходных данных:

Избытки полной теплоты $Q_{полн}^{изб}, \text{Вт}$

Влаговыделения: $W, \text{кг/ч}$.

Параметры наружного воздуха: $t_n, ^\circ\text{C}$, $i_n, \text{кДж/кг}$.

Параметра внутреннего воздуха составляют $t_e, ^\circ\text{C}$ и $\varphi_B, \%$.

Для холодного периода года расход приточного воздуха составляет $G_{п}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$. Расход воздуха принимаем $G_{н}, \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$.

6. В смесительной камере центрального кондиционера смешивается одинаковое по массе количество наружного и удаляемого воздуха. Наружный

воздух имеет параметры: $t = 1^\circ\text{C}$; $\varphi = 80\%$. Удаляемый воздух имеет параметры: $t = +28^\circ\text{C}$; $\varphi = 70\%$. Будет ли при смешении наблюдаться конденсация водяных паров? (Воспользоваться I-d диаграммой).

7. Воздух с параметрами t_{c1} , $^\circ\text{C}$, I_1 , кДж/кг смешивается с воздухом, имеющим параметры t_{c2} , $^\circ\text{C}$, I_2 , кДж/кг. Определить параметры смеси, если воздуха в точке 2 в два раза больше, чем в точке 1.

8. Найти влагосодержание влажного воздуха при t , $^\circ\text{C}$, φ , % и бараметрическом давлении 740 мм рт.ст. аналитическим методом.

9. Могут ли температура мокрого термометра и температура точки росы воздуха быть равны друг другу?

10. 2 кг воздуха (t , $^\circ\text{C}$, φ , %) смешиваются с 8 кг воздуха (t , $^\circ\text{C}$, d , г/кг сух. возд). Определить параметры смешанного воздуха ($t_{см}$, $^\circ\text{C}$, $\varphi_{см}$, %).

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Определить количество теплоты, поступающей в объём кондиционируемого помещения.

2. Определить величину углового коэффициента, определяющую положение луча процесса в J-d-диаграмме.

3. Определить температуру приточного и удаляемого воздуха при работе СКВ.

4. Построить процесс обработки воздуха в системе кондиционирования воздуха для теплого и холодного периода года при прямоточном охлаждении воздуха с применением нерегулируемого процесса в камере орошения.

5. Построить процесс обработки воздуха в системе кондиционирования воздуха для теплого и холодного периода года при прямоточном изоэнтальпическом охлаждении с применением регулируемого процесса в камере орошения.

6. Построить процесс обработки воздуха в системе кондиционирования воздуха для теплого и холодного периода года при прямом изоэнтальпическом охлаждении воздуха с применением нерегулируемого процесса в камере орошения и первой рециркуляцией.

7. Построить процесс обработки воздуха в системе кондиционирования воздуха для теплого и холодного периода года при прямом изоэнтальпическом охлаждении воздуха с применением регулируемого процесса в камере орошения и первой рециркуляцией.

8. При обработке воздуха в камере орошения понижается его температура и энтальпия, влагосодержание увеличивается. Назовите условия протекания этого процесса.

9. Воздух имеет параметры: φ , %; t , $^\circ\text{C}$. Определите температуру «точки росы». (Воспользуйтесь J-d диаграммой)

10. Вода (как хладагент) в центральном кондиционере разбрызгивается в оросительной камере, контактируя с воздухом, поступает в поддон, а из него в градирню, где охлаждается и насосом вновь подаётся на форсунки оросительной камеры. Постройте процесс на Id-диаграмме при параметрах воздуха t , $^\circ\text{C}$; φ , %.

11. Энтальпия воздуха при нагреве в калорифере изменилась. Как изменилась (или не изменилась) относительная влажность воздуха?

12. Подобрать и рассчитать теплообменник для приготовления воздуха с заданными температурой и относительной влажностью.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Перечислите санитарно-гигиенические требования к состоянию воздушной среды.

2. Перечислите, по каким признакам классифицируются СКВ.

3. Расскажите о кондиционировании воздуха в ХПП.

4. Назначение, область применения комфортных СКВ.

5. Назначение, область применения технологических СКВ.

6. Расскажите о центральных СКВ с качественными и количественным регулированием.

7. Назовите основные свойства влажного воздуха.

8. Назовите расчетные внутренние параметры в кондиционируемых помещениях.

9. Раскройте методику расчета воздухообмена СКВ.

10. Расскажите об $J-d$ – диаграмме влажного воздуха.

11. Перечислите и охарактеризуйте процессы обработки воздуха на $J-d$ – диаграмме.

12. Расскажите о тепло- и влагообмене в оросительных камерах СКВ.

13. Расскажите об основах получения холода: термодинамические циклы холодильных машин на $P-V$ – диаграмме.

14. Расскажите об основах получения холода: термодинамические циклы холодильных машин на $T-S$ – диаграмме.

15. Расскажите об основах получения холода: термодинамические циклы холодильных машин на $\lg P-i$ – диаграмме.

16. Холодильные агенты в СКВ. Термодинамические свойства холодильных агентов.

17. Охарактеризуйте холодильные агенты с высокой озоноразрушающей активностью.

18. Охарактеризуйте холодильные агенты с низкой озоноразрушающей активностью.

19. Охарактеризуйте озонобезопасные холодильные агенты.

20. Расскажите об альтернативных озонобезопасных хладагентах.

21. Перечислите основное климатическое оборудование.

22. Классификация, назначение, устройство, принцип действия компрессоров в СКВ. Достоинства и недостатки различных типов компрессоров.

23. Расскажите о холодильных компрессорах объемного принципа действия.

24. Расскажите о холодильных компрессорах динамического принципа действия.
25. Охарактеризуйте способы плавного регулирования производительности компрессоров.
26. Расскажите о способах ступенчатого регулирования производительности компрессоров.
27. Классифицируйте теплообменные аппараты СКВ.
28. Расскажите о воздухонагревателях центральных кондиционеров.
29. Что такое рекуперативные и регенеративные теплообменники?
30. Расскажите об устройстве, принципе действия конденсаторов и испарителей в СКВ.
31. Назначение, принцип действия терморегулирующего вентиля.
32. Что такое четырехходовые клапаны обратимости цикла?
33. Назначение и принцип действия жидкостных ресиверов.
34. Назначение и принцип действия докипателей жидкого хладагента.
35. Назначение и принцип действия маслоотделителей в СКВ.
36. Какие требования предъявляются к бытовым кондиционерам.
37. Перечислите технические характеристики бытовых кондиционеров.
38. Охарактеризуйте принцип действия многозональных бытовых СКВ.
39. Перечислите технические характеристики полупромышленных кондиционеров.
40. Перечислите и прокомментируйте основные конструктивные особенности полупромышленных кондиционеров.
41. Назовите конструктивные особенности, область применения крышных кондиционеров.
42. Что такое прецизионные кондиционеры? Принцип их действия.
43. Расскажите о многозональных полупромышленных СКВ.
44. Охарактеризуйте многозональные полупромышленные СКВ с регулируемой производительностью.
45. Охарактеризуйте многозональные полупромышленные СКВ с наращиваемой производительностью.
46. Охарактеризуйте многозональные полупромышленные СКВ с утилизацией теплоты.
47. Расскажите о холодильных машинах для охлаждения жидкости (чиллерах).
48. Назначение, принцип действия, конструктивные особенности насосных станций.
49. Расскажите о работе холодильной машине в режиме теплового насоса.
50. Расскажите о конвекторных теплообменниках (фанкойлах).
51. Приведите основные компоновочные схемы центральных кондиционеров.
52. Перечислите и охарактеризуйте функциональные устройства центральных кондиционеров.
53. прокомментируйте, каким образом осуществляется автоматизация

прямоточных систем центрального кондиционирования.

54. Каким образом предусмотрена автоматизация центрального кондиционирования с рециркуляцией теплоты?

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Теоретические основы кондиционирования воздуха	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе
2	Холодильные агенты.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе
3	Климатическое оборудование	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе
4	Центральные системы кондиционирования воздуха	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе
5	Конструктивные элементы центральных кондиционеров.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе
6	Бытовые кондиционеры.	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе
7	Многозональные системы кондиционирования воздуха	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе
8	Полупромышленное кондиционирование воздуха	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе
9	Автоматизация систем кондиционирования	ПК-4, ПК-5, ПК-6	Тест, экзамен, устный опрос, требования к курсовой работе

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Жерлыкина, Мария Николаевна. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение общественных зданий [Текст] : учебно- методическое пособие : рекомендовано ВГАСУ / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т. - Воронеж : [б. и.], 2011 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2011). - 123 с. - Библиогр.: с. 106-107 (25 назв.). - ISBN 978-5-89040-331-5 : 27-09.

2. Инженерные системы зданий и сооружений [Текст] : учебное пособие. - Москва : Академия, 2012 (Саратов : ОАО "Саратов. полиграфкомбинат", 2012). - 298, [1] с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Бакалавриат. Строительство). - ISBN 978-5-7695-7478-8 : 549-00.

3. Жерлыкина, М. Н. Системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений : Учебное пособие / Жерлыкина М. Н. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 162 с. - ISBN 978-5-89040-459-6. URL: <http://www.iprbookshop.ru/22669.html>

4. Ильина, Т. Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение : Учебное пособие / Ильина Т. Н. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. - 200 с.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/28350.html>

5. Кондиционирование воздуха общественных зданий [Текст] : метод. указания к выполнению курсовой работы для обучающихся по спец. 270839 "Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции" / Воронеж. гос. архит.-строит. ун-т ; сост. : И. С. Бровкина, М. О. Бокарева, О. В. Фаустова. - Воронеж : [б. и.], 2012 (Воронеж : Отдел оперативной полиграфии ВГАСУ, 2012). - 37 с

6. Зеликов, В. В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию / Зеликов В. В. - Москва : Инфра-Инженерия, 2013. - 624 с. - ISBN 978-5-9729-0037-4. URL: <http://www.iprbookshop.ru/13551.html>

7. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха общественного здания: Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине «Технологические процессы и оборудование инженерных систем и сетей» для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлению подготовки 27.03.04 Управление в технических системах, профиль «Интеллектуальные системы и автоматика в строительстве» / сост. О. Д. Самарин. - Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015. - 32 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/30449.html>

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- Программное обеспечение Microsoft Win Pro 10 32-bit/64-bit Russian Russia Only USB <FQC-09118>

- Программа Microsoft Win Pro 10 32-bit/64-bit Russian Russia Only USB <FQC-09118>

- Программное обеспечение Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP (1-4,999), право на использование

- Программное обеспечение Kaspersky Internet Security Multi-Device Russian Edition. 3-Device 1 year Base Box; Win Pro 10 32-bit/64-bit Russian Russia Only USB

- Программное обеспечение ACADEMIC set

- Программное обеспечение ANSYS HPC Pack

- Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»: <https://old.education.cchgeu.ru> Образовательный портал ВГТУ

- Программное обеспечение 7zip

- Программное обеспечение Adobe Acrobat Reader

- Программное обеспечение Mozilla Firefox

- Программное обеспечение Skype

- Профессиональная база данных Компьютерная программа «СтройКонсультант»

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются специализированные лекционные аудитории, оснащенные оборудованием для лекционных демонстраций и проектором, стационарным экраном; учебные аудитории, оснащенные необходимым оборудованием; компьютерный класс, с доступом в сеть «Интернет» и необходимым программным обеспечением; помещения для самостоятельной работы студентов, оснащенные компьютерной техникой с выходом в сеть "Интернет"; библиотечный электронный читальный зал с доступом к электронным ресурсам библиотеки и доступом в электронную информационно-образовательную среду.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Кондиционирование воздуха» читаются лекции, проводятся практические занятия, выполняется курсовая работа.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета элементной базы системы кондиционирования воздуха. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Методика выполнения курсовой работы изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсовой работы должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсовой работы, защитой курсовой работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому

	<p>усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
<p>Подготовка к промежуточной аттестации</p>	<p>Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.</p>

11. Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			