

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета радиотехники и электроники

Небольсин В.А.

«17» января 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Промышленные системы кондиционирования и вентиляции
воздуха»

Направление подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Программа магистратуры Технологические системы холодоснабжения
атомных электростанций

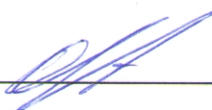
Квалификация выпускника магистр

Нормативный период обучения 2 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2026

Автор программы



О.В. Калядин

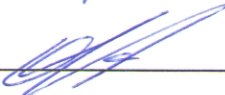
Заведующий кафедрой

Твердотельной электроники



В.А. Небольсин

Руководитель ОПОП



О.В. Калядин

Воронеж 2025

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

приобретение теоретических знаний и практических навыков расчета и проектирования современных промышленных систем кондиционирования воздуха и вентиляции

1.2. Задачи освоения дисциплины

- формирование знаний о системах кондиционирования воздуха (СКВ) и их классификации по различным признакам;
- освоение методов выбора оптимальных технологических схем обработки воздуха в однозональных и многозональных СКВ, способах расчета;
- освоение методов определения и оптимизации энергопотребления СКВ в расчетных условиях;
- освоение методов расчета элементов и оборудования СКВ;
- освоение способов выбора схем тепло- и холодоснабжения СКВ с расчетом их элементов и оборудования;
- формирование знаний о системах автоматического управления и регулирования СКВ

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Промышленные системы кондиционирования и вентиляции воздуха» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Промышленные системы кондиционирования и вентиляции воздуха» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 - Способен формировать техническое задание и осуществлять контроль разработки проекта системы холодоснабжения атомных электростанций

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	Знать необходимый перечень исходных данных для проектирования систем холодоснабжения атомных электростанций
	Уметь формировать техническое задание для разработки проекта системы холодоснабжения атомных электростанций
	Владеть навыками выбора оптимальных технологических решений при проектировании систем холодоснабжения атомных электростанций

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Промышленные системы кондиционирования и вентиляции воздуха» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки	36 10	36 10
Самостоятельная работа	99	99
Курсовая работа	+	+
Часы на контроль	45	45
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	216 6	216 6

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	Определение потребного расхода приточного и наружного воздуха	Расчетные параметры микроклимата помещения. Расчетные параметры наружного воздуха. Определение теплопритоков. Определение влагопритоков. Определение расхода приточного воздуха и минимально необходимого расхода наружного воздуха. <i>практическая подготовка обучающихся</i>	4 -	4 2	16 -	24 2
2	Выбор схемы организации воздухообмена в помещении и расчет воздухораспределения	Требования к системе воздухораспределения. Способы распределения воздуха в помещении. Теоретические основы расчета воздухораспределения. Коэффициент воздухообмена. Воздухораспределители. Расчет воздухораспределения при перемешивающей вентиляции. Проектирование систем вытесняющей вентиляции. Проектирование систем вентиляции при распределении воздуха из под пола.	6	6	16	28
3	Схемы обработки воздуха в центральных системах кондиционирования	Особенности проектирования центральных СКВ. Процессы изменения состояния воздуха в центральном кондиционере для теплого периода года. Построение процессов обработки воздуха на основе применения прямого и косвенного испарительного охлаждения воздуха. Построение процессов обработки воздуха с использованием искусственных источников холода для охлаждения наружного воздуха в теплый период года: прямоточные схемы, схемы обработки воздуха с двумя рециркуляциями, с первой рециркуляцией и байпасом. Процессы изменения состояния воздуха	8	8	16	32

		в центральном кондиционере для холодного периода года: прямоточные схемы, схемы обработки воздуха с одной и двумя рециркуляциями.				
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	2
4	Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования с чиллерами и фэнкойлами	Особенности проектирования центрально-местных СКВ. Построение процессов изменения состояния воздуха с независимой обработкой наружного воздуха в центральном кондиционере и рециркуляционного воздуха в фэнкойле (без смешения). Построение процессов изменения состояния воздуха, когда наружный воздух подается непосредственно в помещение местными приточными аппаратами и обрабатывается только рециркуляционный воздух в фэнкойле (без смешения). Построение процессов изменения состояния воздуха со смешением наружного необработанного и рециркуляционного воздуха и обработкой смеси в фэнкойле. Построение процессов изменения состояния воздуха со смешением наружного воздуха, обработанного в центральном кондиционере и рециркуляционного воздуха в смесительной камере фэнкойла и обработкой смеси в фэнкойле.	6	6	16	28
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	2
5	Расчет и подбор основного оборудования центральных СКВ	Выбор типоразмера центрального кондиционера. Расчет и подбор воздухонагревателей. Расчет и подбор воздухоохладителей при сухом охлаждении. Расчет и подбор воздухоохладителей при охлаждении и осушении воздуха. Расчет и подбор блоков увлажнения. Расчет и подбор блоков регенерации теплоты. Подбор фильтрационных блоков и вентиляционного агрегата.	6	6	18	30
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	2
6	Расчет и подбор основного оборудования систем кондиционирования с чиллерами и фэнкойлами	Устройство и принцип работы фэнкойла. Выбор типоразмера фэнкойла. Расчет и подбор регулирующего клапана. Основы расчета и подбора холодильной машины. Устройство и принцип работы чиллера. Подбор чиллера. Схемы трубопроводов системы тепло- и холодоснабжения фэнкойлов. Гидравлический расчет трубопроводов системы тепло- и холодоснабжения фэнкойлов. Расчет и подбор оборудования гидравлических контуров системы тепло- и холодоснабжения СКВ с чиллерами и фэнкойлами.	6	6	17	29
		<i>практическая подготовка обучающихся</i>	-	2	-	2
Экзамен						45
Итого			36	36	99	216

Практическая подготовка при освоении дисциплины (модуля) проводится путем непосредственного выполнения обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью, способствующих формированию, закреплению и развитию практических навыков и компетенций по профилю соответствующей образовательной программы на практических занятиях и (или) лабораторных работах:

№ п/п	Перечень выполняемых обучающимися отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью	Формируемые профессиональные компетенции
1	Составление тепловлажностного баланса помещения и расчет расхода приточного и минимально необходимого расхода наружного воздуха	ПК-3

2	Построение в I-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха в центральной СКВ для теплого и холодного периода года	ПК-3
3	Построение в I-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха в центрально-местной СКВ для теплого и холодного периода года	ПК-3
4	Расчет и подбор воздухоохладителей при охлаждении и осушении воздуха.	ПК-3
5	Гидравлический расчет трубопроводов системы тепло- и холодоснабжения фэнкойлов	ПК-3

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 3 семестре для очной формы обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Расчет и проектирование центральной или центрально-местной системы кондиционирования воздуха общественного или производственного здания». Расчет выполняется по различным исходным данным (для разных вариантов отличается назначение СКВ, производительность, температурно-влажностный режим, тип СКВ), что обеспечивает многовариантность выполнения курсового проекта.

Задачи, решаемые при выполнении курсовой работы:

- определение расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха;
- расчет тепло- и влагопритоков и определение количества подаваемого воздуха;
- составление схемы обработки воздуха и определение тепловых нагрузок на основное оборудование кондиционера;
- расчет и подбор оборудования систем кондиционирования воздуха.

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-3	Знать необходимый перечень исходных данных для проектирования систем холодоснабжения атомных электростанций	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь формировать техническое задание для разработки проекта системы холодоснабжения атомных электростанций	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками выбора оптимальных технологических решений при проектировании систем холодоснабжения атомных электростанций	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	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 3 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-3	Знать необходимый перечень исходных данных для проектирования систем холодоснабжения атомных электростанций	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь формировать техническое задание для разработки проекта системы холодоснабжения атомных электростанций	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов

	Владеть навыками выбора оптимальных технологических решений при проектировании систем холодоснабжения атомных электростанций	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
--	--	------	-----------------------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------------------

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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

- Если смешение двух количеств влажного воздуха сопровождается конденсацией водяного пара, точку, характеризующую состояние смеси можно найти как пересечение кривой насыщенного пара и, проведенной из фиктивной точки M'
 - линии постоянной энтальпии**
 - изотермы
 - линии постоянного влагосодержания
 - горизонтальной прямой
- Как меняется относительная влажность воздуха при охлаждении его в воздухоохладителе, температура поверхности которого больше точки росы воздуха
 - не меняется
 - увеличивается**
 - уменьшается
 - меняется незначительно
- Какой способ обработки воздуха является энергетически более выгодным
 - нагрев уличного воздуха и дальнейшее смешение его с рециркуляционным воздухом
 - смешение уличного воздуха с рециркуляционным без конденсации водяного пара и дальнейший нагрев смеси в калорифере
 - смешение уличного воздуха с рециркуляционным с конденсацией водяного пара и дальнейший нагрев смеси в калорифере**
 - энергозатраты на обработку воздуха во всех случаях одинаковы
- Как будет меняться состояние воздуха при обработке его водой в контактном аппарате, если температура воды равна температуре воздуха по мокрому термометру
 - воздух будет увлажняться при постоянной энтальпии**
 - воздух будет осушаться и охлаждаться
 - воздух будет увлажняться при постоянной температуре
 - воздух будет увлажняться и нагреваться
- При условиях параллельного тока воздуха и воды в форсуночной камере температура воздуха на выходе из аппарата будет определяться
 - начальной температурой воды и влажностью 90-95%
 - средней температурой воды и влажностью 100 %
 - начальной температурой воды и влажностью 100 %
 - конечной температурой воды и влажностью 90-95%**

6. Какой процесс теоретически осуществляется в контактном аппарате при рециркуляции воды

- А. изотермическое увлажнение
- Б. охлаждение при постоянном влагосодержании
- В. адиабатное увлажнение**
- Г. нагрев и увлажнение

7. Если при заданном уменьшении влагосодержания требуется обеспечить наименьшую степень охлаждения воздуха в механическом осушителе, температура его поверхности должна быть

- А. как можно выше
- Б. как можно ниже
- В. как можно ниже, но не ниже значения, когда конечное состояние воздуха попадает в зону тумана**
- Г. настолько низкой, чтобы конечное состояние воздуха попало в зону тумана

8. В механическом воздухоосушителе, использующем для нагревания воздуха, теплоту конденсации хладагента, температура на выходе

- А. выше температуры воздуха на входе**
- Б. ниже температуры воздуха на входе
- В. равна температуре воздуха на входе
- Г. зависит от мощности осушителя

9. При осушке воздуха сорбентами процесс протекает

- А. с ростом температуры
- Б. в адиабатных условиях**
- В. в изотермических условиях
- Г. с понижением температуры

10. Какие системы кондиционирования предназначены для создания и автоматического поддержания метеорологических параметров воздуха, отвечающих оптимальным санитарно-гигиеническим требованиям

- А. Технологические
- Б. Комфортные**
- В. Центральные
- Г. Сплит-системы

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какая концентрация углекислого газа считается предельно допустимой для производственных помещений, в которых углекислый газ накапливается в результате протекания технологических процессов

- А. 0,5 %**
- Б. 1 %
- В. 0,05 %
- Г. 0,75 %

2. Какова предельно допустимая концентрация минеральной пыли в воздухе помещения при отсутствии в ней токсичных примесей

- А. 1 мг/м³**
- Б. 5 мг/м³

В. 15 мг/м³

Г. **10 мг/м³**

3. Сколько внутренних блоков можно подключить к одному наружному в мультисплит-системе

А. два

Б. три

В. **четыре**

Г. пять

4. Какое устройство служит для регулирования температуры воздуха после фанкойла

А. четырехходовой клапан

Б. **трехходовой клапан**

В. двухходовой клапан

Г. терморегулирующий вентиль

5. С помощью какого устройства (устройств) можно обеспечить рекуперацию теплоты вытяжного воздуха, если в помещении кроме избыточной теплоты и влаги выделяются токсичные примеси

А. вращающийся теплообменник

Б. **перекрестноточный теплообменник**

В. **секция теплоутилизации с промежуточным теплоносителем**

Г. камера смешения

6. Фильтры какого класса используются в секциях фильтрации центральных кондиционеров для помещений с повышенными требованиями к чистоте воздуха в качестве второй ступени фильтрации

А. G3

Б. **F6**

В. EU3

Г. **EU8**

7. Аэродинамическое сопротивление, возникающее при проходе воздуха через поверхностные воздухоохладители, определяется с помощью зависимостей вида

А. $\Delta p = Az/(\gamma\omega)^n$

Б. $\Delta p = Az(\gamma\omega)^{n-1}$

В. **$\Delta p = Az(\gamma\omega)^n$**

Г. $\Delta p = Az(\gamma/\omega)^n$

8. Какое выражение используется для определения коэффициента теплопередачи от воздуха к хладоносителю в случае ребристого воздухоохладителя при охлаждении воздуха с конденсацией водяного пара

А. $K = \frac{\alpha_B}{\frac{K_{op}}{\alpha_R} + \frac{1}{\xi\alpha_H K_3}}$

Б. $K = \frac{1}{\frac{K_{op}}{\alpha_B} + \frac{1}{\xi\alpha_H K_3}}$

В. $K = \frac{1}{\frac{K_{op}}{\alpha_H} + \frac{1}{\xi\alpha_R K_3}}$

Г. $K = \frac{1}{\frac{K_{op}}{\alpha_B} + \frac{1}{\xi\alpha_H K_3}}$

9. На сколько допускается снижение концентрации раствора в осушителе воздуха при однократном его использовании

А. **0,2-0,3%**

Б. 0,5-0,6 %

В. 1-2 %

Г. 0,7-0,8 %

10. Какую температуру должен иметь воздух, используемый для регенерации силикагеля в блоках осушки

А. 110-120 °С

Б. 130-140 °С

В. **150-180 °С**

Г. 220-230 °С

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. По какой формуле определяется потребный объем расширительного бака для системы кондиционирования с чиллерами и фанкойлами

А. $V = \frac{V_{\text{сист}} K}{1 - \Delta T \frac{1 + p_{\text{сист}}}{1 + p_{\text{пред}}}}$

Б. $V = \frac{V_{\text{сист}} K \Delta T}{1 - \frac{1 - p_{\text{сист}}}{1 - p_{\text{пред}}}}$

В. $V = \frac{V_{\text{сист}} K \Delta T}{1 + \frac{1 + p_{\text{сист}}}{1 + p_{\text{пред}}}}$

Г. $V = \frac{V_{\text{сист}} K \Delta T}{1 - \frac{1 + p_{\text{сист}}}{1 + p_{\text{пред}}}}$

2. Как рассчитывается расход сухой части воздуха

А. $G_c = \frac{G_B}{1 + \frac{\varphi}{1000}}$

Б. $G_c = \frac{G_B}{1 - \frac{d}{1000}}$

В. $G_c = G_B \left(1 + \frac{d}{1000}\right)$

Г. $G_c = \frac{G_B}{1 + \frac{d}{1000}}$

3. Как определяется мощность калорифера для нагрева воздуха в количестве G_c от состояния А до состояния В

А. $Q = G_c (i_B - i_A)$

Б. $Q = \frac{G_c}{(i_B - i_A)}$

В. $Q = G_c (t_B - t_A)$

Г. $Q = G_c (i_A - i_B)$

4. Как определяется расход воздуха, подаваемого в помещение для ассимиляции тепла

А. $G_c = \frac{Q_{\text{выд}}}{(i_B - i_A)}$

Б. $G_c = \frac{Q_{\text{пот}}}{c_p (t_B - t_A)}$

В. $G_c = \frac{Q_{\text{изб}}}{(i_B - i_A)}$

Г. $G_c = Q_{\text{изб}} c_p (t_B - t_A)$

5. Точка на диаграмме влажного воздуха, характеризующая состояние смеси двух количеств воздуха состояний А и В, делит отрезок АВ на отрезки АМ и МВ, при этом выполняется условие

$$\begin{aligned} \text{А. } \frac{AB}{MB} &= \frac{G_{cA}}{G_{cB}} \\ \text{Б. } \frac{AB}{MB} &= \frac{G_{cB}}{G_{cA}} \\ \text{В. } \frac{AB}{MB} &= G_{cB} \cdot G_{cA} \\ \text{Г. } \frac{AB}{MB} &= G_{cB} + G_{cA} \end{aligned}$$

6. По какой формуле определяется температура наружной поверхности воздухоохладителя

$$\begin{aligned} \text{А. } t_{\text{CT}} &= \frac{t_{\text{ж}} + \frac{R_{\text{CT}} + R_{\text{B}}}{R_{\text{H}}} t}{1 + \frac{R_{\text{H}}}{R_{\text{CT}} + R_{\text{B}}}} \\ \text{Б. } t_{\text{CT}} &= \frac{t_{\text{ж}} - \frac{R_{\text{CT}} + R_{\text{B}}}{R_{\text{H}}} t}{1 - \frac{R_{\text{H}}}{R_{\text{CT}} + R_{\text{B}}}} \\ \text{В. } t_{\text{CT}} &= \frac{t_{\text{ж}} + \frac{R_{\text{CT}} + R_{\text{B}}}{R_{\text{H}}} t}{1 + \frac{R_{\text{H}}}{R_{\text{CT}} + R_{\text{B}}}} \\ \text{Г. } t_{\text{CT}} &= \frac{t_{\text{ж}} + \frac{R_{\text{CT}} + R_{\text{B}}}{R_{\text{H}}} t}{1 + \frac{R_{\text{H}}}{R_{\text{CT}} + R_{\text{B}}}} \end{aligned}$$

7. Какое выражение для числа Нуссельта используется при расчете коэффициента теплоотдачи при течении воды по трубкам воздухоохладителя

$$\begin{aligned} \text{А. } Nu &= 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4} \\ \text{Б. } Nu &= 0.043 Re^{0.8} Pr^{0.4} \\ \text{В. } Nu &= 0.023 Re^{0.6} Pr^{0.4} \\ \text{Г. } Nu &= 0.021 Re^{0.8} Pr^{0.23} \end{aligned}$$

8. Аэродинамическое сопротивление, возникающее при проходе воздуха через поверхностные воздухоохладители, определяется с помощью зависимостей вида

$$\begin{aligned} \text{А. } \Delta p &= Az / (\gamma \omega)^n \\ \text{Б. } \Delta p &= Az (\gamma \omega)^{n-1} \\ \text{В. } \Delta p &= Az (\gamma \omega)^n \\ \text{Г. } \Delta p &= Az (\gamma / \omega)^n \end{aligned}$$

9. Какое выражение используется для определения коэффициента теплопередачи от воздуха к хладоносителю в случае ребристого воздухоохладителя при охлаждении воздуха с конденсацией водяного пара

$$\begin{aligned} \text{А. } K &= \frac{\alpha_{\text{B}}}{\frac{K_{\text{OP}}}{\alpha_{\text{B}}} + \frac{1}{\xi \alpha_{\text{H}} K_{\text{Э}}}} \\ \text{Б. } K &= \frac{1}{\frac{K_{\text{OP}}}{\alpha_{\text{B}}} - \frac{1}{\xi \alpha_{\text{H}} K_{\text{Э}}}} \\ \text{В. } K &= \frac{1}{\frac{K_{\text{OP}}}{\alpha_{\text{H}}} + \frac{1}{\xi \alpha_{\text{B}} K_{\text{Э}}}} \\ \text{Г. } K &= \frac{1}{\frac{K_{\text{OP}}}{\alpha_{\text{B}}} + \frac{1}{\xi \alpha_{\text{H}} K_{\text{Э}}}} \end{aligned}$$

10. По какому выражению (выражениям) определяется величина углового коэффициента процесса

$$\begin{aligned} \text{А. } \varepsilon &= \frac{i - i_A}{d - d_A} \\ \text{Б. } \varepsilon &= \frac{d - d_A}{i - i_A} \end{aligned}$$

$$\text{В. } \varepsilon = \frac{1000Q_{\text{изб}}}{G_{\text{п}}}$$

$$\text{Г. } \varepsilon = \frac{Q_{\text{изб}}}{1000G_{\text{п}}}$$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

1. Расчетные параметры микроклимата помещения. Расчетные параметры наружного воздуха.
2. Определение теплопритоков и влагопритоков в кондиционируемые помещения.
3. Определение расхода приточного воздуха и минимально необходимого расхода наружного воздуха.
4. Требования к системе воздухораспределения. Способы распределения воздуха в помещении.
5. Теоретические основы расчета воздухораспределения. Коэффициент воздухообмена.
6. Воздухораспределители.
7. Расчет воздухораспределения при перемешивающей вентиляции.
8. Проектирование систем вытесняющей вентиляции.
9. Проектирование систем вентиляции при распределении воздуха из под пола.
10. Построение процессов обработки воздуха на основе применения прямого испарительного охлаждения воздуха.
11. Построение процессов обработки воздуха на основе применения косвенного испарительного охлаждения воздуха.
12. Построение процессов обработки воздуха на основе применения двухступенчатого испарительного охлаждения воздуха.
13. Прямоточные схемы обработки воздуха в центральном кондиционере в теплый период года
14. Схемы обработки воздуха в центральном кондиционере в теплый период года с двумя рециркуляциями, с первой рециркуляцией и байпасом
15. Прямоточные схемы обработки воздуха в центральном кондиционере в холодный период года
16. Схемы обработки воздуха в центральном кондиционере в холодный период года с одной и двумя рециркуляциями.
17. Построение процессов изменения состояния воздуха с независимой обработкой наружного воздуха в центральном кондиционере и рециркуляционного воздуха в фэнкойле.
18. Построение процессов изменения состояния воздуха, когда наружный воздух подается непосредственно в помещение местными приточными аппаратами и обрабатывается только рециркуляционный воздух в фэнкойле.

19. Построение процессов изменения состояния воздуха со смешением наружного необработанного и рециркуляционного воздуха и обработкой смеси в фэнкойле.

20. Построение процессов изменения состояния воздуха со смешением наружного воздуха, обработанного в центральном кондиционере и рециркуляционного воздуха в смесительной камере фэнкойла и обработкой смеси в фэнкойле.

21. Выбор типоразмера центрального кондиционера. Расчет и подбор воздухонагревателей.

22. Расчет и подбор воздухоохладителей при сухом охлаждении. Расчет и подбор воздухоохладителей при охлаждении и осушении воздуха.

23. Расчет и подбор блоков увлажнения.

24. Расчет и подбор блоков регенерации теплоты.

25. Подбор фильтрационных блоков и вентиляционного агрегата.

26. Устройство и принцип работы фэнкойла. Выбор типоразмера фэнкойла. Расчет и подбор регулирующего клапана.

27. Основы расчета и подбора холодильной машины.

28. Устройство и принцип работы чиллера. Подбор чиллера.

29. Схемы трубопроводов системы тепло- и холодоснабжения фэнкойлов. Гидравлический расчет.

Расчет и подбор оборудования гидравлических контуров системы тепло- и холодоснабжения СКВ с чиллерами и фэнкойлами.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 5 стандартных задач и 5 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, правильно решенная задача оценивается в 2 балла. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 15 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 15 до 20 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Определение потребного расхода приточного и наружного воздуха	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен

2	Выбор схемы организации воздухообмена в помещении и расчет воздухораспределения	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен
3	Схемы обработки воздуха в центральных системах кондиционирования	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен
4	Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования с чиллерами и фэнкойлами	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен
5	Расчет и подбор основного оборудования центральных СКВ	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен
	Расчет и подбор основного оборудования систем кондиционирования с чиллерами и фэнкойлами	ПК-3	Тест, устный опрос, экзамен

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, курсового проекта или отчета по всем видам практик 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

Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: учебное пособие. - М.: Евроклимат, 2000. - 415 с.

Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами. - Москва: Евроклимат; Техносфера, 2006. - 399 с.

Богословский В. Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учебник/ под ред. В. Н. Богословского. - Москва: Стройиздат, 1985

Бодров, М. В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение / М. В. Бодров, В. Ю. Кузин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 228 с. — ISBN 978-5-507-47300-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/359813> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Мотин В. В. Мультизональные системы в климатологии: учебное пособие / В. В. Мотин, А. Н. Стрелюхина, В. А. Стефанова. — Москва: СОЛОН-Пресс, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-91359-442-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322223>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Аверкин, А. Г. I-d-диаграмма влажного воздуха и ее применение при проектировании технических устройств / А. Г. Аверкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 192 с. — ISBN 978-5-507-44369-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222629>

Аверкин А.Г. Примеры и задачи по курсу "Кондиционирование воздуха и холодоснабжение": учеб. пособие / Аверкин Александр Григорьевич. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Пенза: АСВ, 2003 (М.: Тип. "Наука", 2003). - 125 с.

Ильина, Т. Н. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учебное пособие / Т. Н. Ильина. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012. — 200 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/28350.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

Семенов, Ю. В. Системы кондиционирования воздуха с поверхностными воздухоохладителями / Ю. В. Семенов. — Москва: Техносфера, 2014. — 272 с. — ISBN 978-5-94836-386-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/31878.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей

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:

- CoolPack 1.50 (<https://www.ipu.dk/products/coolpack/>)
- Psychrometric Chart calculator and Sketcher (<https://www.psychrosim.com/>)
- SMath Studio
- Компас-3D v23

- Microsoft Office (Word, Excel)
- <https://www.iprbookshop.ru>
- <https://e.lanbook.ru>
- <https://old.education.cchgeu.ru>
- <https://bbb.cchgeu.ru>
- <https://elibrary.ru>
- <https://cchgeu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Реализация дисциплины «Промышленные системы кондиционирования и вентиляции воздуха» требует наличия учебной аудитории для проведения лекционных занятий.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- проектор;
- экран.

Переносное техническое оборудование:

- переносной компьютер.

Для проведения практических занятий используется учебная аудитория.

Оборудование аудитории: комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- персональные компьютеры с установленным программным обеспечением, подключенные к сети Интернет - 20 шт.

Для самостоятельной работы используется «Аудитория для групповых и индивидуальных консультаций/ Аудитория для самостоятельной работы»

Комплект учебной мебели:

- рабочее место преподавателя (стол, стул);
- рабочие места обучающихся (столы, стулья).

Технические средства обучения:

- персональный компьютер с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде вуза.

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

По дисциплине «Промышленные системы кондиционирования и вентиляции 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 систем 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 усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - 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.
Подготовка к промежуточной аттестации	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.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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