

**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

**«Системы кондиционирования воздуха АЭС и промышленных
предприятий»**

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

**Профиль Технологические системы жизнеобеспечения АЭС и
промышленных предприятий**

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2025

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 систем кондиционирования воздуха в зданиях и сооружениях АЭС и промышленных предприятий

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 «Системы кондиционирования воздуха АЭС и промышленных предприятий» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Системы кондиционирования воздуха АЭС и промышленных предприятий» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-1 - Способен выполнять инженерно-технические расчеты и участвовать в разработке проектной документации систем холодоснабжения

ПК-2 - Способен выполнять инженерно-технические расчеты и участвовать в разработке проектной документации систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать методики инженерно-технических расчетов систем холодоснабжения
	Уметь выполнять инженерно-технические расчеты систем холодоснабжения
	Владеть навыками разработки проектной документации систем холодоснабжения
ПК-2	Знать методики инженерно-технических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха

	Уметь выполнять инженерно-технические расчеты вентиляции и кондиционирования воздуха
	Владеть навыками разработки проектной документации вентиляции и кондиционирования воздуха

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Системы кондиционирования воздуха АЭС и промышленных предприятий» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	84	84
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	12	12
Самостоятельная работа	69	69
Курсовой проект	+	+
Часы на контроль	27	27
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

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.	Лаб. 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.	6	6	4	9	25
2	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,	8	8	4	15	35

		схемы обработки воздуха с двумя рециркуляциями, с первой рециркуляцией и байпасом. Процессы изменения состояния воздуха в центральном кондиционере для холодного периода года: прямоточные схемы, схемы обработки воздуха с одной и двумя рециркуляциями.					
3	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.	8	8	4	15	35
4	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.	8	8		15	31
5	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		15	27
Экзамен						27	27
Итого			36	36	12	69	180

5.2 Перечень лабораторных работ

- Составление тепловлажностного баланса производственного помещения и расчет расхода приточного и минимально необходимого расхода наружного воздуха;

- Построение в I-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха в центральной СКВ для теплого и холодного периода года;

- Построение в I-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха в центрально-местной СКВ для теплого и холодного периода года.

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

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

Примерная тематика курсового проекта: «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 курсового проекта:

- 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.

Курсовой проект 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-1	Знать методики инженерно-технических расчетов систем холодоснабжения	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять инженерно-технические расчеты систем холодоснабжения	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки проектной документации систем холодоснабжения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

ПК-2	Знать методики инженерно-технических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять инженерно-технические расчеты вентиляции и кондиционирования воздуха	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками разработки проектной документации вентиляции и кондиционирования воздуха	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 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-1	Знать методики инженерно-технических расчетов систем холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь выполнять инженерно-технические расчеты систем холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками разработки проектной документации систем холодоснабжения	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
ПК-2	Знать методики инженерно-технических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь выполнять инженерно-технические расчеты вентиляции и кондиционирования воздуха	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов

Владеть навыками разработки проектной документации вентиляции и кондиционирования воздуха	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 (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. 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'

- A. линии постоянной энтальпии
- B. изотермы
- V. линии постоянного влагосодержания
- Г. горизонтальной прямой

2. Как меняется относительная влажность воздуха при охлаждении его в воздухоохладителе, температура поверхности которого больше точки росы воздуха

- A. не меняется
- B. увеличивается
- V. уменьшается
- Г. меняется незначительно

3. Какой способ обработки воздуха является энергетически более выгодным

- A. нагрев уличного воздуха и дальнейшее смешение его с рециркуляционным воздухом
- B. смешение уличного воздуха с рециркуляционным без конденсации водяного пара и дальнейший нагрев смеси в калорифере
- V. смешение уличного воздуха с рециркуляционным с конденсацией водяного пара и дальнейший нагрев смеси в калорифере
- Г. энергозатраты на обработку воздуха во всех случаях одинаковы

4. Как будет меняться состояние воздуха при обработке его водой в контактном аппарате, если температура воды равна температуре воздуха по мокрому термометру

- A. воздух будет увлажняться при постоянной энтальпии
- B. воздух будет осушаться и охлаждаться
- V. воздух будет увлажняться при постоянной температуре
- Г. воздух будет увлажняться и нагреваться

5. При условиях параллельного тока воздуха и воды в форсуночной камере температура воздуха на выходе из аппарата будет определяться

- A. начальной температурой воды и влажностью 90-95%
- B. средней температурой воды и влажностью 100 %
- V. начальной температурой воды и влажностью 100 %
- Г. 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 теплоносителю в случае ребристого воздухоохладителя при охлаждении воздуха с конденсацией водяного пара

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

- А. $\frac{AB}{MB} = \frac{G_{cA}}{G_{cB}}$
 Б. $\frac{AB}{MB} = \frac{G_{cB}}{G_{cA}}$
 В. $\frac{AB}{MB} = G_{cB} \cdot G_{cA}$
 Г. $\frac{AB}{MB} = G_{cB} + G_{cA}$

6. По какой формуле определяется температура наружной поверхности воздухоохладителя

- А. $t_{ct} = \frac{t_{ж} + \frac{R_{ct} + R_B}{R_H} t}{1 + \frac{R_{ct} + R_B}{R_H}}$
 Б. $t_{ct} = \frac{t_{ж} - \frac{R_{ct} + R_B}{R_H} t}{1 - \frac{R_{ct} + R_B}{R_H}}$
 В. $t_{ct} = \frac{t_{ж} + \frac{R_{ct} + R_B}{R_H} t}{1 + \frac{R_{ct} + R_B}{R_H}}$
 Г. $t_{ct} = \frac{t_{ж} + \frac{R_{ct} + R_B}{R_H} t}{1 + \frac{R_{ct} + R_B}{R_H}}$

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

- А. $Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.4}$
 Б. $Nu = 0.043 Re^{0.8} Pr^{0.4}$
 В. $Nu = 0.023 Re^{0.6} Pr^{0.4}$
 Г. $Nu = 0.021 Re^{0.8} Pr^{0.23}$

8. 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. $\Delta p = Az (\gamma / \omega)^n$

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

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

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

$$\text{А. } \varepsilon = \frac{i-i_A}{d-d_A}$$

$$\text{Б. } \varepsilon = \frac{d-d_A}{i-i_A}$$

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

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

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. Построение процессов обработки воздуха на основе применения прямого испарительного охлаждения воздуха.
5. Построение процессов обработки воздуха на основе применения косвенного испарительного охлаждения воздуха.
6. Построение процессов обработки воздуха на основе применения двухступенчатого испарительного охлаждения воздуха.
7. Прямоточные схемы обработки воздуха в центральном кондиционере в теплый период года
8. Схемы обработки воздуха в центральном кондиционере в теплый период года с двумя рециркуляциями, с первой рециркуляцией и байпасом
9. Прямоточные схемы обработки воздуха в центральном кондиционере в холодный период года
10. Схемы обработки воздуха в центральном кондиционере в холодный период года с одной и двумя рециркуляциями.
11. Построение процессов изменения состояния воздуха с независимой обработкой наружного воздуха в центральном кондиционере и рециркуляционного воздуха в фэнкойле.
12. Построение процессов изменения состояния воздуха, когда наружный воздух подается непосредственно в помещение местными приточными аппаратами и обрабатывается только рециркуляционный воздух в фэнкойле.
13. Построение процессов изменения состояния воздуха со смешением наружного необработанного и рециркуляционного воздуха и обработкой смеси в фэнкойле.
14. 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.
15. Выбор типоразмера центрального кондиционера. Расчет и подбор воздухонагревателей.

16. Расчет и подбор воздухоохладителей при сухом охлаждении. Расчет и подбор воздухоохладителей при охлаждении и осушении воздуха.
17. Расчет и подбор блоков увлажнения.
18. Расчет и подбор блоков регенерации теплоты.
19. Подбор фильтрационных блоков и вентиляционного агрегата.
20. Устройство и принцип работы фэнкойла. Выбор типоразмера фэнкойла. Расчет и подбор регулирующего клапана.
21. Основы расчета и подбора холодильной машины.
22. Устройство и принцип работы чиллера. Подбор чиллера.
23. Схемы трубопроводов системы тепло- и холодоснабжения фэнкойлов. Гидравлический расчет.
24. 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-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, экзамен
2	Схемы обработки воздуха в центральных системах кондиционирования	ПК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, экзамен
3	Схемы обработки воздуха в системах кондиционирования с чиллерами и фэнкойлами	ПК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, экзамен
4	Расчет и подбор основного оборудования центральных СКВ	ПК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, экзамен
5	Расчет и подбор основного оборудования систем кондиционирования с чиллерами и фэнкойлами	ПК-1, ПК-2	Тест, устный опрос, защита лабораторных работ, 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 курсового проекта, 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.

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.

Ямлеева Э. У. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение: учебно-практическое пособие / Э.У. Ямлеева. - Ульяновск: УлГТУ, 2010. - 143 с.

Калиниченко М. Ю. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий: учебное пособие / М.Ю. Калиниченко. - Ставрополь: СКФУ, 2017. - 136 с.

Кашкаров А. П. Установка, монтаж и обслуживание кондиционеров / Кашкаров А. П. - Москва: ДМК Пресс, 2011. - 120 с.

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

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:

- Компьютерный сетевой лабораторный тренажер холодильной установки RPS 4000: модель «Кондиционер», модель «Инструктор»
- Пакет прикладных программ CoolPack 1.46
- SMath Studio
- Mathcad
- Advanced Grapher
- Microsoft Windows 10
- Электронная диаграмма влажного воздуха «i-d даичи»
- <https://elibrary.ru>
- <https://cchgeu.ru>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума и выполнения курсовых работ.

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

По дисциплине «Системы кондиционирования воздуха АЭС и промышленных предприятий» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

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.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

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

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <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.
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
----------	-----------------------------	----------------------------	--