

**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.

«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Микроклимат и системы кондиционирования воздуха»

Направление подготовки 14.03.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Профиль Техника и физика низких температур

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2019

Автор программы

/ О.В. Калядин /

Заведующий кафедрой
физики твердого тела

/ Ю.Е. Калинин /

Руководитель ОПОП

/ О.В. Калядин /

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование у студентов компетенций в области основ теории кондиционирования воздуха применительно к промышленным объектам и системам жизнеобеспечения населенных мест, городов и зданий.

1.2. Задачи освоения дисциплины

ознакомить студентов с теоретическими основами кондиционирования воздуха, с требованиями, предъявляемыми к воздуху закрытых помещений и основными типами кондиционеров, используемых для создания и поддержания микроклимата;

обеспечить приобретение студентами теоретических и практических знаний в области проектирования и использования климатических систем;

научить студентов правильному выбору схем, оборудования, подбору аппаратов техники кондиционирования воздуха;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Микроклимат и системы кондиционирования воздуха» относится к дисциплинам вариативной части (дисциплина по выбору) блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

ПК-1 - Способен участвовать в разработке методов прогнозирования количественных характеристик процессов, протекающих в конкретных технических системах на основе существующих методик

ПК-6 - Способен осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования систем холодоснабжения

ПК-8 - Способен выполнять расчеты, осуществлять выбор оборудования и средств автоматического управления систем холодоснабжения

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-1	Знать способы расчета количественных характеристик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик
	Уметь выполнять расчеты количественных характеристик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик

	Владеть навыками расчета количественных характеристик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик
ПК-6	Знать исходные данные, а также способы их сбора и анализа для проектирования систем кондиционирования воздуха
	Уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования систем кондиционирования воздуха
	Владеть навыками выполнения сбора и анализа исходных данных для проектирования систем кондиционирования воздуха
ПК-8	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета основного оборудования, входящих в состав систем холодоснабжения кондиционеров
	Уметь выполнять расчеты и осуществлять выбор основного оборудования, входящего в состав систем холодоснабжения кондиционеров
	Владеть навыками выполнения расчетов и выбора основного оборудования, входящего в состав систем холодоснабжения кондиционеров

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Микроклимат и системы кондиционирования воздуха» 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	51	51
Часы на контроль	45	45
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	Системы кондиционирования воздуха. Общие положения. Значение кондиционирования воздуха.	Введение. История развития техники кондиционирования воздуха. Значение кондиционирования воздуха. Тепловые комфортные условия. Комфортные и технологические СКВ. Параметры воздушной среды, влияющие на комфортное состояние человека. Влажность, подвижность, газовый состав воздуха. Кондиционирование воздуха и технологические процессы.	4	2		5	11
2	Теоретические основы кондиционирования	Основные свойства влажного воздуха. Свойства сухого воздуха. Состав сухого воздуха, плотность и ее зависимость от температуры, энтальпия. Свойства водяного пара, находящегося во влажном воздухе. Энтальпия насыщенного и перегретого водяного пара. Свойства смеси сухого воздуха и водяного пара.. I-d диаграмма влажного воздуха.. Построение диаграммы Рамзина. Нахождение параметров воздуха с помощью i – d диаграммы. Парциальное давление водяного пара. Точка росы. Температура влажного термометра.. Простейшие процессы изменения состояния воздуха. Процессы нагревания и охлаждения воздуха при постоянном влагосодержании. Процессы изменения состояния воздуха в помещениях с тепло- и влаговыведениями. Тепловой и влажностный балансы помещений. Угловой коэффициент.. Построение процессов изменения состояния воздуха в i-d диаграмме. Понятие углового коэффициента. Характеристики возможных процессов изменения состояния воздуха в зависимости от его величины.. Процессы смешения двух количеств влажного воздуха. Общие закономерности процессов смешения. Процессы смешения двух количеств влажного воздуха с конденсацией части водяного пара. Получение заданных параметров воздуха с помощью процессов смешения и нагревания.	6	8	4	8	26
3	Требования к воздуху закрытых помещений	Общие положения. Санитарно-гигиенические и технологические требования. Требования к газовому составу и чистоте воздуха закрытых помещений.. Метеорологические параметры воздуха.. Требования к метеорологическим параметрам воздуха. Тепловой баланс человека. Понятия эффективной, радиационно-эффективной и результирующей температур. Технологические требования к метеорологическим параметрам.	6	2		10	18

4	Процессы и аппараты кондиционирования воздуха	Содержание процессов кондиционирования. Общая характеристика аппаратов контактного типа. Основы теории тепло- и массообмена между воздухом и водой. Методы получения расчетных зависимостей, основанные на использовании коэффициентов переноса. Форсуночные камеры. Расчет типовых форсуночных камер. Типовые центральные кондиционеры с форсуночными камерами. Камера с орошаемой насадкой. Аппараты пенного типа. Сравнительная оценка аппаратов контактного типа для кондиционирования воздуха. Поверхностные теплообменные аппараты для обработки воздуха. Процессы обработки воздуха в поверхностных воздухоохладителях. Расчетные зависимости для поверхностных воздухоохладителей. Поверхностное орошаемые воздухоохладители и теплообменные аппараты пенного испарительного типа. Осушка воздуха.	6	8		10	24
5	Типы кондиционеров	Особенности современных систем кондиционирования. Классификация кондиционеров. Требования, предъявляемые к ним. Технические характеристики и возможности современных кондиционеров. Кондиционеры сплит-систем. Классификация, основные режимы работы. Конструкция внешнего и внутреннего блоков кондиционеров сплит-систем. Особенности работы при изменениях температуры наружного воздуха. Полупромышленные кондиционеры. Технические характеристики. Канальные кондиционеры и кондиционеры сплит-систем с приточной вентиляцией. Крышные и шкафные кондиционеры. Прецизионные кондиционеры. Многозональные полупромышленные системы кондиционирования. Многозональные системы с изменяемым расходом хладагента. Системы «СИТИ МУЛЬТИ Y и СИТИ МУЛЬТИ R2». Работа в режимах полного охлаждения и полного обогрева. Работа в режимах частичного охлаждения и частичного обогрева.. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами. Холодильные машины для охлаждения жидкости (чиллеры). Насосные станции. Конвекторные теплообменники (фанкойлы). Тепло и хладоносители. Центральные кондиционеры. Общие сведения о них и классификация. Конструкция и режимы работы центрального кондиционера. Конструкции и принцип работы основных секций и отдельных агрегатов центрального кондиционера	8	8	4	10	30
6	Разработка систем кондиционирования	Классификация систем кондиционирования. Исходные данные для	6	8	4	8	26

рования воздуха	разработки систем кондиционирования. Расчет теплового баланса помещения. Расчет тепловлажностного баланса помещений. Расчет воздухообмена. Аэродинамический расчет воздушных сетей. Гидравический расчет жидкостных коммуникаций. Принцип выбора систем кондиционирования воздуха.					
Итого		36	36	12	51	135

5.2 Перечень лабораторных работ

- Построение процессов изменения состояния воздуха в помещениях и аппаратах систем кондиционирования в электронной диаграмме влажного воздуха «i-d даичи»;
- Подготовка к запуску, запуск и эксплуатация центральной приточной двухканальной высоконапорной системы кондиционирования воздуха;
- Расчет системы кондиционирования воздуха офисного помещения.

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

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

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 способы расчета количественных характеристик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять расчеты количественных характеристик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками расчета количественных характери-	Решение прикладных задач в конкретной	Выполнение работ в срок, предусмотрен-	Невыполнение работ в срок,

	стик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик	предметной области	ренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
ПК-6	Знать исходные данные, а также способы их сбора и анализа для проектирования систем кондиционирования воздуха	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования систем кондиционирования воздуха	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками выполнения сбора и анализа исходных данных для проектирования систем 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
ПК-8	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета основного оборудования, входящих в состав систем холодоснабжения кондиционеров	Активная работа на практических занятиях	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Уметь выполнять расчеты и осуществлять выбор основного оборудования, входящего в состав систем холодоснабжения кондиционеров	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть навыками выполнения расчетов и выбора основного оборудования, входящего в состав систем холодоснабжения кондиционеров	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 способы расчета количественных характеристик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов

	Уметь выполнять расчеты количественных характеристик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками расчета количественных характеристик процессов изменения состояния воздуха в закрытых помещениях, а также при его обработке в системах кондиционирования на основе существующих методик	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
ПК-6	Знать исходные данные, а также способы их сбора и анализа для проектирования систем 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 осуществлять сбор и анализ исходных данных для проектирования систем 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 выполнения сбора и анализа исходных данных для проектирования систем кондиционирования воздуха	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
ПК-8	Знать устройство, принцип действия, а также методики расчета основного оборудования, входящих в состав систем холодоснабжения кондиционеров	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Уметь выполнять расчеты и осуществлять выбор основного оборудования, входящего в состав систем холодоснабжения кондиционеров	Тест	Выполнение теста на 85-100%	Выполнение теста на 70-85%	Выполнение теста на 50-70%	В тесте менее 50% правильных ответов
	Владеть навыками выполнения расчетов и выбора основного оборудования, входящего в состав систем холодоснабжения кондиционеров	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. Какие аппараты предназначены для изменения температурно-влажностного состояния воздуха
 - А. **поверхностные теплообменники**
 - Б. ионизаторы
 - В. **форсуночные камеры**
 - Г. **механические воздухоосушители**
 - Д. каплеуловители
2. Какие процессы можно осуществлять в аппаратах контактного типа
 - А. **процесс адиабатного увлажнения**
 - Б. **процесс нагревания и увлажнения**
 - В. **процесс охлаждения и увлажнения**
 - Г. **процесс охлаждения с осушкой воздуха**
 - Д. процесс нагревания и осушки
3. Какое оборудование размещается во внешнем блоке сплит-системы
 - А. теплообменник-испаритель
 - Б. воздушный фильтр
 - В. **четырёхходовой клапан**
 - Г. **компрессор**
4. В какое устройство поступает пар высокого давления после компрессора при работе многозональной сплит-системы в режиме частичного охлаждения
 - А. **четырёхходовой клапан**
 - Б. теплообменник-конденсатор
 - В. сепаратор ВС-контроллера
 - Г. теплообменники-испарители
5. Какое усилие используется для перемещения золотника четырёхходового клапана обратимости цикла
 - А. **перепад давлений всасывания и нагнетания**
 - Б. усилие, создаваемое электромагнитом
 - В. перепад давлений конденсации и окружающей среды
 - Г. усилие, создаваемое пилот-клапаном
6. Какое оборудование входит в состав насосной станции системы кондиционирования с чиллерами и фанкойлами
 - А. Водяной нагреватель
 - Б. **Расширительный бак**
 - В. Компрессор
 - Г. **Бак-аккумулятор**
7. При каких скоростях воздуха в секции охлаждения центрального кондиционера устанавливается каплеуловитель
 - А. выше 0,5 м/с
 - Б. выше 1,5 м/с
 - В. **выше 2,5 м/с**
 - Г. выше 3,5 м/с

8. Какая минимальная температура воды используется в секциях охлаждения воздуха центральных кондиционеров

- А. 5 °С
- Б. 4 °С
- В. **3 °С**
- Г. 2 °С

9. С каким шагом осуществляется оребрение трубок воздухонагревателя центрального кондиционера

- А. 4,5-6,5 мм
- Б. 5,2-7,5 мм
- В. 1,5-2,5 мм
- Г. **1,8-4,5 мм**

10. Какие используют схемы компоновки контурных теплообменников в секциях охлаждения центральных кондиционеров

- А. **смешанная**
- Б. параллельно-последовательная
- В. последовательная
- Г. параллельная

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какая величина углового коэффициента соответствует процессу охлаждения воздуха с одновременной его осушкой

- А. $\varepsilon = 0$
- Б. **$\varepsilon > 0$**
- В. $\varepsilon < 0$
- Г. $\varepsilon \rightarrow \infty$

2. Как меняется влагосодержание воздуха при его прохождении через калорифер

- А. увеличивается
- Б. уменьшается
- В. **не меняется**
- Г. меняется незначительно

3. Процесс увлажнения воздуха водяным паром сопровождается

- А. понижением энтальпии
- Б. **ростом точки росы**
- В. значительным повышением температуры
- Г. **ничтожным повышением температуры**

4. 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. $\frac{AB}{MB} = G_{cB} + G_{cA}$

5. Если смешение двух количеств влажного воздуха сопровождается конденсацией водя-

ного пара, точку, характеризующую состояние смеси можно найти как пересечение кривой насыщенного пара и, проведенной из фиктивной точки M'

А. **линии постоянной энтальпии**

Б. изотермы

В. линии постоянного влагосодержания

Г. горизонтальной прямой

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

А. не меняется

Б. **увеличивается**

В. уменьшается

Г. меняется незначительно

7. Какой способ обработки воздуха является энергетически более выгодным

А. нагрев уличного воздуха и дальнейшее смешение его с рециркуляционным воздухом

Б. смешение уличного воздуха с рециркуляционным без конденсации водяного пара и дальнейший нагрев смеси в калорифере

В. **смешение уличного воздуха с рециркуляционным с конденсацией водяного пара и дальнейший нагрев смеси в калорифере**

Г. энергозатраты на обработку воздуха во всех случаях одинаковы

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

А. **воздух будет увлажняться при постоянной энтальпии**

Б. воздух будет осушаться и охлаждаться

В. воздух будет увлажняться при постоянной температуре

Г. воздух будет увлажняться и нагреваться

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

А. начальной температурой воды и влажностью 90-95%

Б. средней температурой воды и влажностью 100 %

В. начальной температурой воды и влажностью 100 %

Г. **конечной температурой воды и влажностью 90-95%**

10. 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

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

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

2. 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. $Q = G_c(i_A - i_B)$

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

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

5. По какой формуле определяется температура наружной поверхности воздухоохладителя

А. $t_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{ж}} + \frac{R_{\text{ст}} + R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}} t}{1 + \frac{R_{\text{ст}} + R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}}}$

Б. $t_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{ж}} - \frac{R_{\text{ст}} + R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}} t}{1 - \frac{R_{\text{ст}} + R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}}}$

В. $t_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{ж}} + \frac{R_{\text{ст}} + R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}} t}{1 + \frac{R_{\text{ст}} + R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}}}$

Г. $t_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{ж}} + \frac{R_{\text{ст}} + R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}} t}{1 + \frac{R_{\text{ст}} + R_{\text{в}}}{R_{\text{н}}}}$

6. Какое выражение используется для определения температуры воздуха на выходе из поверхностного воздухоохладителя

А. $t_2 = t_{\text{ст}} - (t_1 + t_{\text{ст}}) e^{-NTU}$

Б. $t_2 = t_{\text{ст}} + (t_{\text{ст}} - t_1) e^{-NTU}$

В. $t_2 = t_{\text{ст}} + (t_1 - t_{\text{ст}}) e^{-NTU}$

Г. $t_2 = t_{\text{ст}} + (t_1 - t_{\text{ст}}) e^{NTU}$

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. $Nu = 0.021Re^{0.8}Pr^{0.23}$

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 определяется энтальпия влажного воздуха

А. $i = 1.005t + (2495 + 1.8268t) \frac{d}{1000}$

Б. $i = 1.005t - (2495 + 1.8268t) \frac{d}{1000}$

В. $i = 1.005t + (2495 - 1.8268t) \frac{d}{1000}$

Г. $i = 1.005t + (2495 + 1.8268t'') \frac{d}{1000}$

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. История развития техники кондиционирования воздуха. Значение кондиционирования воздуха. Тепловые комфортные условия.
2. Параметры воздушной среды, влияющие на комфортное состояние человека.
3. Влажность, подвижность, газовый состав воздуха.
4. Кондиционирование воздуха и технологические процессы.
5. Свойства сухого воздуха. Состав сухого воздуха, плотность и ее зависимость от температуры, энтальпия.
6. Свойства водяного пара, находящегося во влажном воздухе. Энтальпия насыщенного и перегретого водяного пара. Свойства смеси сухого воздуха и водяного пара.
7. Построение диаграммы Рамзина.
8. Нахождение параметров воздуха с помощью $i - d$ диаграммы.
9. Парциальное давление водяного пара. Точка росы. Температура влажного термометра.
10. Процессы нагревания и охлаждения воздуха при постоянном влагосодержании

11. . Процессы изменения состояния воздуха в помещениях с тепло- и влаговыделениями. Тепловой и влажностный балансы помещений.
12. Построение процессов изменения состояния воздуха в i-d диаграмме.
13. Понятие углового коэффициента. Характеристики возможных процессов изменения состояния воздуха в зависимости от его величины.
14. Общие закономерности процессов смешения. Процессы смешения двух количеств влажного воздуха с конденсацией части водяного пара.
15. Получение заданных параметров воздуха с помощью процессов смешения и нагревания.
16. Санитарно-гигиенические и технологические требования. Требования к газовому составу и чистоте воздуха закрытых помещений.
17. Требования к метеорологическим параметрам воздуха. Тепловой баланс человека.
18. Понятия эффективной, радиационно-эффективной и результирующей температур.
19. Технологические требования к метеорологическим параметрам
20. Содержание процессов кондиционирования. Общая характеристика аппаратов контактного типа.
21. Основы теории тепло- и массообмена между воздухом и водой.
22. Методы получения расчетных зависимостей, основанные на использовании коэффициентов переноса.
23. Форсуночные камеры. Расчет типовых форсуночных камер. Типовые центральные кондиционеры с форсуночными камерами.
24. Камера с орошаемой насадкой. Аппараты пенного типа. Сравнительная оценка аппаратов контактного типа для кондиционирования воздуха.
25. Поверхностные теплообменные аппараты для обработки воздуха. Процессы обработки воздуха в поверхностных воздухоохладителях.
26. Расчетные зависимости для поверхностных воздухоохладителей.
27. Поверхностные орошаемые воздухоохладители и теплообменные аппараты пенного испарительного типа.
28. Осушка воздуха.
29. Классификация кондиционеров. Требования, предъявляемые к ним.
30. Технические характеристики и возможности современных кондиционеров.
31. Конструкция внешнего и внутреннего блоков кондиционеров сплит-систем. Особенности работы при изменениях температуры наружного воздуха.
32. Технические характеристики. Канальные кондиционеры и кондиционеры сплит-систем с приточной вентиляцией. Крышные и шкафные кондиционеры.
33. Прецизионные кондиционеры.
34. Многозональные системы с изменяемым расходом хладагента. Системы «СИТИ МУЛЬТИ Y и СИТИ МУЛЬТИ R2».
35. Работа в режимах полного охлаждения и полного обогрева.

36. Работа в режимах частичного охлаждения и частичного обогрева.
37. Холодильные машины для охлаждения жидкости (чиллеры).
38. Насосные станции.
39. Конвекторные теплообменники (фанкойлы).
40. Тепло и хладоносители.
41. Центральные кондиционеры. Общие сведения о них и классификация.
42. Конструкция и режимы работы центрального кондиционера.
43. Конструкции и принцип работы основных секций и отдельных агрегатов центрального кондиционера.
44. Классификация систем кондиционирования. Исходные данные для разработки систем кондиционирования.
45. Расчет теплового баланса помещения. Расчет тепловлажностного баланса помещений. Расчет воздухообмена.
46. Аэродинамический расчет воздушных сетей.
47. Гидравлический расчет жидкостных коммуникаций.
48. Принцип выбора систем кондиционирования воздуха.

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	Системы кондиционирования воздуха. Общие положения. Значение кондиционирования воздуха.	ПК-1, ПК-6, ПК-8	Тест, устный опрос, экзамен
2	Теоретические основы кондиционирования	ПК-1, ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
3	Требования к воздуху закрытых помещений	ПК-1, ПК-6, ПК-8	Тест, устный опрос, экзамен

4	Процессы и аппараты кондиционирования воздуха	ПК-1, ПК-6, ПК-8	Тест, устный опрос, экзамен
5	Типы кондиционеров	ПК-1, ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, устный опрос, экзамен
6	Разработка систем кондиционирования воздуха	ПК-1, ПК-6, ПК-8	Тест, защита лабораторных работ, 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.

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

Учебная лаборатория холодильной техники, включающая:

- Стенды для выполнения лабораторных работ.
- Оборудование, инструменты, материалы необходимые для осуществления операции развития практических навыков.
- Датчики для работы и проведения измерений.

Дисплейный класс, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума

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

По дисциплине «Микроклимат и системы кондиционирования воздуха» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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.

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.
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.