Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 19.09.2025 09:41:13
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**
**(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

Факультет урбанистики и городского хозяйства

УТВЕРЖДЕНО
Декан Факультета урбанистики и
городского хозяйства
_____ К.И. Лушин
27 февраля 2025 года

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

## «Кондиционирование воздуха»

Направление подготовки
**08.03.01 Строительство**

Профиль
**Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение**

Квалификация
**Бакалавр**

Формы обучения
**Очная**

Москва, 2025 г.

**Разработчик(и):**

Декан факультета, к.т.н. _____ / Лушин К.И. /
И.О. Фамилия

**Согласовано:**

Заведующий кафедрой «Промышленное, гражданское и подземное строительство», к.т.н., доцент _____ / Пуляев И.С. /
И.О. Фамилия

# Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 5
3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 5
3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
3.3. Содержание дисциплины ... 6
3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 7
3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 8
4.2. Основная литература ... 8
4.3. Дополнительная литература ... 8
4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 9
4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 9
4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 9
5. Материально-техническое обеспечение ... 9
6. Методические рекомендации ... 10
6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 10
6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 10
7. Фонд оценочных средств ... 11
7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 11
7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 11
7.3. Оценочные средства ... 13

## 1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К **основным целям** освоения дисциплины «Кондиционирование воздуха» следует отнести:

- формирование компетенций обучающегося в области проектирования, наладки и эксплуатации систем кондиционирования воздуха гражданских зданий;
- подготовка обучающегося к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра по направлению 08.03.01 Строительство, в том числе формирование навыков конструирования и расчета систем кондиционирования воздуха, подбора основного технологического оборудования.

К **основным задачам** освоения дисциплины «Кондиционирование воздуха» следует отнести:

- изучение нормативной базы в области проектирования систем кондиционирования воздуха гражданских зданий;
- изучение особенностей тепловлажностной обработки воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха;
- изучение принципов компоновки основного технологического оборудования систем кондиционирования воздуха, методик его подбора;
- изучение принципов расчета систем кондиционирования воздуха.

Обучение по дисциплине «Кондиционирование воздуха» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| **Код и наименование компетенций** | **Индикаторы достижения компетенции** |
|---|---|
| ПК-1. Способен выполнять работы по проектированию объектов профессиональной деятельности (ОПД) | ИПК-1.1. Выбирает исходные данные для проектирования ОПД<br>ИПК-1.2. Выбирает нормативно-технические и нормативно-методические документы, определяющие требования для проектирования ОПД<br>ИПК-1.3. Выбирает аналоги и типовые технические (технологические) решения отдельных элементов и узлов ОПД и их адаптация в соответствии с техническим заданием<br>ИПК-1.4. Выбирает компоновочные решения ОПД<br>ИПК-1.5. Выбирает оборудование и арматуры ОПД<br>ИПК-1.6. Готовит и оформляет графическую часть проектной и рабочей документации ОПД |
| ПК-2. Способен выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения | ИПК-2.3. Расчет аэродинамических параметров системы вентиляции воздуха<br>ИПК-2.6. Готовит текстовую часть проектной документации ОПД |
| ПК-3. Способность организовывать работы по техническому обслуживанию и ремонту ОПД | ИПК-3.1. Выбор нормативно-правовых и нормативно-технических документов, регламентирующих работу по эксплуатации, ремонту ОПД<br>ИПК-3.2. Оценка соответствия ОПД требованиям санитарной, пожарной и экологической безопасности<br>ИПК-3.5. Установление возможных причин отказов и аварийных ситуаций на ОПД |

| | |
|---|---|
| | ИПК-3.6. Выбор способов проведения работ по ликвидации аварийных ситуаций, аварийному обслуживанию ОПД |
| ПК-4. Способность организовывать работы по монтажу и наладке элементов и оборудования ОПД | ИПК-4.1. Выбор нормативно-технических и нормативно-методических документов по строительству, монтажу и наладке ОПД<br>ИПК-4.3. Контроль качества строительно-монтажных работ ОПД<br>ИПК-4.4. Контроль качества пусконаладочных работ и испытаний ОПД<br>ИПК-4.7. Контроль выполнения требований охраны труда при проведении строительно-монтажных и пусконаладочных работ, работ по ремонту ОПД |

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина логически взаимосвязана со следующими дисциплинами и практиками ООП:

«Начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика»,
«Механика жидкости и газа»,
«Основы теплогазоснабжения и вентиляции»,
«Нагнетатели и тепловые двигатели»,
«Строительная теплофизика и микроклимат зданий»,
«Устройство и эксплуатация промышленных зданий»,
«Производственная практика (технологическая)»,
«Производственная практика (преддипломная)».

## 3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц (216 часов).

### 3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

| № п/п | Вид учебной работы | Количество часов | Семестры | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 6 | 7 |
| **1** | **Аудиторные занятия** | **108** | 54 | 54 |
| | В том числе: | | | |
| 1.1 | Лекции | 72 | 36 | 36 |
| 1.2 | Семинарские/практические занятия | 20 | 10 | 10 |
| 1.3 | Лабораторные занятия | 16 | 8 | 8 |
| **2** | **Самостоятельная работа** | **108** | 54 | 54 |
| | В том числе: | | | |
| 2.1 | Выполнение расчетно-графической работы | - | - | - |
| **3** | **Промежуточная аттестация** | 108 | 54 | 54 |
| | Зачет/диф.зачет/экзамен | | | |
| | **Итого** | | Зачёт | Экзамен |
| | | **216** | 108 | 108 |

## 3.2 Тематический план изучения дисциплины

3.2.1. Очная форма обучения

| № п/п | Разделы/темы дисциплины | Трудоемкость, час | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Всего | Аудиторная работа | | | | Самостоятельная работа |
| | | | Лекции | Семинарские/ практические занятия | Лабораторные занятия | Практическая подготовка | |
| | 6 семестр: | | | | | | |
| 1 | Тема 1. Тепловлажностная обработка воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха | 108 | 36 | 10 | 8 | | 54 |
| | Итого: | 108 | 36 | 10 | 8 | | 54 |
| | 7 семестр: | | | | | | |
| 2 | Тема 2. Основы кондиционирования воздуха | 108 | 36 | 10 | 8 | | 54 |
| | Итого: | 108 | 36 | 10 | 8 | | 54 |
| | **Итого** | **216** | **72** | **20** | **16** | | **108** |

## 3.3 Содержание дисциплины

**Тема 1. Тепловлажностная обработка воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха**

Введение в кондиционирование воздуха. Кондиционирование воздуха в жизни человека. Свойства влажного воздуха. I-d диаграмма влажного воздуха. Построение на i-d диаграмме элементарных процессов изменения состояния влажного воздуха. Процессы нагревания и охлаждения воздуха. Процессы увлажнения воздуха: адиабатный и изотермический. Политропные процессы изменения состояния воздуха. Процесс смешивания двух потоков воздуха различного состояния. Процессы тепло- и влагообмена между воздухом и водой. Процессы осушения воздуха с использованием растворов солей. Процессы осушения воздуха с использованием твердых сорбентов. Понятие «кондиционирование воздуха» и «система кондиционирования воздуха» (СКВ). Факторы, определяющие комфортные и технологические условия внутри помещений зданий различного назначения. Роль систем кондиционирования воздуха в общей системе обеспечения микроклимата. Расчетные параметры внутренней воздушной среды при проектировании СКВ. Уровень требований к обеспечению параметров микроклимата. Классы систем КВ. Характеристика и расчетные параметры наружного климата. Требования к СКВ. Структурная схема системы кондиционирования воздуха. Классификация систем кондиционирования воздуха. Термодинамика состояния рабочих сред тепло- и массообменных аппаратов кондиционирования воздуха. Описание процессов тепло- и массообмена. Модель одномерного переноса. Подобие процессов тепло- и массообмена. Соотношение Льюиса. Уравнение Меркеля. Конструкторский и поверочный расчеты теплообменников-аппаратов СКВ. Прямая и обратная задача поверочного расчета. Безразмерные комплексы: коэффициент эффективности, число единиц переноса теплоты, водяной эквивалент.

**Тема 2. Основы кондиционирования воздуха**

Бытовые кондиционеры. Моноблочные бытовые кондиционеры. Бытовые кондиционеры сплит. Промышленные кондиционеры. VRF и VRV системы. Промышленные

кондиционеры, крышные и шкафные кондиционеры. Прецизионные кондиционеры. Кондиционирование особо чистых и термоконстантных помещений. Центральные кондиционеры и чиллер-фанкойл. Кондиционирование большого количества помещений. Центральные кондиционеры. Конструкция и принцип работы основных секций центрального кондиционера. Источники холодоснабжения и теплоснабжения центральных систем кондиционирования воздуха. Системы «чиллер-фанкойл». Насосные станции для систем «чиллер-фанкойл». Расчеты СКВ. Технологические новинки в системах кондиционирования. Режим свободного охлаждения в системах кондиционирования. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха. Шум от систем вентиляции и кондиционирования и мероприятия по его снижению. Расчеты воздуховодов. Подбор холодильного оборудования кондиционера.

## 3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

**Тема 1. Тепловлажностная обработка воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха**

Решение задач аналитически и с использованием i-d диаграммы влажного воздуха на определение всех параметров влажного воздуха по двум известным параметрам, на построение элементарных процессов изменения состояния влажного воздуха.

Выбор расчетных параметров внутреннего воздуха и расчетных параметров наружного воздуха в зависимости от класса СКВ и их изображение на i-d диаграмме влажного воздуха. Определение параметров приточного и удаляемого воздуха. Определение минимально необходимого расхода наружного воздуха.

Решение задач на определение количества влаги, которое испаряется с поверхности воды в бассейне, со смоченной поверхности дорожек. Решение общих задач конструкторского и поверочного расчета теплообменника, прямой и обратной.

**Тема 2. Основы кондиционирования воздуха**

Построение процессов кондиционирования воздуха для теплого периода года с использованием прямого, косвенного и двухступенчатого испарительного охлаждения воздуха. Определение технологических показателей расчетных расходов воды. Построение процессов кондиционирования воздуха для теплого периода года с использованием искусственных источников холода. Прямоточная схема, схема с одной и двумя рециркуляциями, с байпасом и управляемым процессом. Определение технологических показателей расчетных расходов теплоты, холода.

Построение процессов кондиционирования воздуха для холодного периода года. Определение технологических показателей расчетных расходов теплоты и воды.

Выбор типоразмера кондиционера. Подбор воздушного регулирующего клапана. Определения срока службы фильтра до регенерации.

Подбор воздухонагревателя центрального кондиционера. Подбор воздухоохладителя центрального кондиционера.

Подбор политропной камеры орошения центрального кондиционера.

Подбор блоков увлажнения центрального кондиционера.

Подбор вентиляторного блока.

Определение температурного режима холодильной машины. Построение процессов в IgP-i диаграмме хладагента.

Расчет парокомпрессионной холодильной машины.

3.4.2. Лабораторные занятия

**Лабораторная работа №1.** Расчеты климатического оборудования (оконный кондиционер).

**Лабораторная работа №2.** Расчеты климатического оборудования

### 3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Выполнение курсовых проектов (курсовых работ) учебным планом не предусмотрено.

## 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

### 4.1 Нормативные документы и ГОСТы

1. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» с Изменениями №1, №2;
2. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»;
3. СП 61.13330.2012 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»;
4. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»;
5. СП 51.13330.2011 «Защита от шума»;
6. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Противопожарные требования»;
7. СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы зданий»;
8. СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные»;
9. СП 56.13330.2011 «Производственные здания»;
10. ГОСТ Р 21.101-2020 «СПДС Основные требования к проектной и рабочей документации»;
11. ГОСТ 21.602-2016 «Правила выполнения рабочей документации отопления, вентиляции и кондиционирования»;
12. ГОСТ 21.205-2016 «Условные обозначения элементов трубопроводных систем зданий и сооружений»;
13. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»;
14. ГОСТ 30494-2011 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях»;
15. ГОСТ 31937 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния»;
16. СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений»

### 4.2 Основная литература

1. Калиниченко, М. Ю. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий [Электронный ресурс] : учебное пособие / М. Ю. Калиниченко. — Электрон. текстовые данные. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2017. — 136 с.

### 4.3 Дополнительная литература

1. Бохан, К. А. Системы кондиционирования воздуха : учебное пособие / К. А. Бохан. — Брянск : Брянский ГАУ, 2018. — 174 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/133044 (дата обращения: 22.08.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 4.4 Электронные образовательные ресурсы

Электронный образовательный ресурс (ЭОР) системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) в настоящее время находится в разработке.

### 4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. МойОфис – российская компания-разработчик безопасных офисных решений для общения и совместной работы с документами (Альтернатива MS Office) https://myoffice.ru/
2. Платформа nanoCAD – это российская платформа для проектирования и моделирования объектов различной сложности. Поддержка форматов *.dwg и IFC делает ее отличным решением для совмещения САПР- и BIM-технологий. Функционал платформы может быть расширен с помощью специальных модулей https://www.nanocad.ru/support/education/
3. Система трехмерного моделирования «КОМПАС-3D» https://edu.ascon.ru/main/download/freeware/
4. VALTEC.PRG.3.1.3. Программа для теплотехнических и гидравлических расчетов https://valtec.ru/document/calculate/
5. Онлайн расчеты АВОК-СОФТ https://soft.abok.ru/help_desk/

### 4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Российская национальная библиотека http://www.nlr.ru
2. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» https://biblioclub.ru/index.php
3. Научная электронная библиотека http://www.elibrary.ru
4. Российская государственная библиотека http://www.rsl.ru
5. Образовательная платформа ЮРАЙТ http://www.urait.ru
6. «Техэксперт» – справочная система, предоставляющая нормативно-техническую, нормативно-правовую информацию https://техэксперт.сайт/
7. НП «АВОК» – помощник инженера по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике https://www.abok.ru/
8. Е-ДОСЬЕ – Электронный эколог. Независимая информация о российских организациях, база нормативных документов и законодательных актов https://e-ecolog.ru/
9. Инженерная сантехника VALTEC (каталог продукции и нормативная документация) https://valtec.ru/

## 5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий используются аудитории, оснащенные компьютерами, интерактивными досками, мультимедийными проекторами и экранами: АВ2224, АВ2217 и аудитории общего фонда. Для проведения семинарских и лабораторных работ используются аудитории: АВ2224, АВ2217 и аудитории корпуса УРБАН.ТЕХНОГРАД Инновационно-образовательном комплексе «Техноград», который расположен на территории ВДНХ.

# 6. Методические рекомендации

## 6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1 Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями «Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете и его филиалах», утверждённым ректором университета.

6.1.2 На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД).

6.1.3 Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха);
- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;
- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4 Преподаватель доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5 Преподаватель рекомендует студентам основную и дополнительную литературу.

6.1.6 Преподаватель предоставляет перед промежуточной аттестацией (экзаменом или зачётом) список вопросов для подготовки.

6.1.7 Преподаватели, которые проводят лекционные и практические (семинарские) занятия, согласуют тематический план практических занятий, чтобы использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.8 При подготовке к семинарскому занятию по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, согласно РПД, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Использовать фронтальный опрос давая возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.9 Целесообразно в ходе защиты рефератов, лабораторных работ, курсовых работ и проектов задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО Московского Политеха).

6.1.10 Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

## 6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6.2.1 Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

6.2.2 При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (СДО Московского Политеха), как во время контактной работы с преподавателем, так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

6.2.3 К промежуточной аттестации допускаются только обучающиеся, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины (РПД).

# 7. Фонд оценочных средств

## 7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Контроль успеваемости и качества подготовки проводится в соответствие с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в Московском политехническом университете".

Для контроля успеваемости и качества освоения дисциплины настоящей программой предусмотрены следующие виды контроля:

- контроль текущей успеваемости (текущий контроль);
- промежуточная аттестация.

В процессе обучения используются следующие оценочные формы самостоятельной работы студентов, оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций:

В шестом семестре:

- контрольная работа; зачет.

В седьмом семестре:

- расчетно-графическая работа; экзамен.

## 7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

Форма промежуточной аттестации в шестом семестре: зачет.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине «Кондиционирование воздуха». На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все

виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Кондиционирование воздуха». Если не выполнены необходимые условия, студенты получают «не зачтено».

Шкала оценивания для зачета:

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Зачтено | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные РПД. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации. |
| Не зачтено | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных РПД. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации. |

Форма промежуточной аттестации в седьмом семестре: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка. Необходимым условием прохождения промежуточной аттестации является выполнение всех видов работ, предусмотренных данной рабочей программой по дисциплине «Кондиционирование воздуха». На дату проведения промежуточной аттестации студенты должны выполнить все виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Кондиционирование воздуха».

Шкала оценивания для экзамена:

| Шкала оценивания | Описание |
|---|---|
| Отлично | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом может быть допущена незначительная ошибка, неточность, затруднение при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации |
| Хорошо | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах |

| | |
|---|---|
| | показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки |
| Удовлетворительно | Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность |
| Неудовлетворительно | Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации |

## 7.3 Оценочные средства

*7.3.1. Текущий контроль*

Для проведения текущего контроля применяются следующие формы: контрольная работа (6 семестр), расчетно-графическая работа (7 семестр).

**Вопросы для подготовки к контрольной работе (6 семестр):**

1. Определение понятия "кондиционирование воздуха" (КВ), назначение систем кондиционирования воздуха в общем комплексе системы кондиционирования микроклимата. Социальное назначение КВ.
2. Структурная схема и классификация систем кондиционирования воздуха (СКВ).
3. Уровень требований к обеспечению параметров микроклимата. Классы систем КВ.
4. Характеристика и расчетные параметры наружного климата. Их связь с обеспеченностью параметров микроклимата.
5. Выбор расчетных параметров воздуха в помещениях при кондиционировании воздуха.
6. Параметры приточного и удаляемого воздуха, их выбор в зависимости от способа распределения воздуха в помещении. Расчет расхода приточного воздуха. Влияние па производительность СКВ и ее энергопотребление.
7. Свойства влажного воздуха. I-d диаграмма влажного воздуха. Построение на I-d диаграмме характерных процессов изменения параметров воздуха: нагревания, охлаждения, увлажнения, осушения. Смешения потоков воздуха разного состояния.
8. Построение на I-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха при его контакте с водой, испарительный нагрев, увлажнение воздуха паром.

**Тематика расчетно-графической работы:** «Кондиционирование воздуха гражданского здания».

**Состав типового задания на выполнение расчетно-графической работы:**

В качестве исходных данных обучающемуся выдаются планы гражданского здания.

РГР состоит из расчетной части и графической части.

Расчетная часть:

1. Ознакомление с заданием, выбор расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха для теплого и холодного периодов года для кондиционирования воздуха;

2. Расчет поступлений теплоты и влаги в помещение. Одно помещение большого объема для кондиционирования воздуха. Составление таблицы баланса теплоты и влаги;

3. Решение принципиальной схемы воздухораспределения в двух помещениях, определение воздухообмена, расчет воздухораспределения в помещении;

4. Выбор принципиальной схемы обработки воздуха и построение на i - d диаграмме процессов кондиционирования воздуха для теплого и холодного периодов года. Определение расхода холода, теплоты влаги;

5. Определение воздухообмена по нормам;

6. Выбор типоразмера кондиционера и приточной и вытяжной установок, расчет воздухонагревателей, воздухоохладителей, блока увлажнения;

7. Аэродинамический расчет воздуховодов систем кондиционирования воздуха. Подбор вентиляционного агрегата;

8. Тепло- и холодоснабжение центрального кондиционера. Расчет и подбор холодильного оборудования, баков, насосов;

Графическая часть:

1. Планы здания с элементами системы кондиционирования воздуха (воздухораспределители, воздуховоды), планы технических помещений подвала и технического этажа с центральным кондиционером, воздуховодами, воздухозаборной шахтой и трубопроводами тепло- и холодоснабжения в масштабе 1:100;

2. Схемы воздуховодов системы кондиционирования воздуха в масштабе 1:100;

3. План и разрез помещения центрального кондиционера с компоновкой кондиционера и элементов системы холодоснабжения, а также план и разрез размещения холодильной установки в масштабе 1:50. План и разрез помещения венткамер с приточными и вытяжными установками

*7.3.2. Промежуточная аттестация*

Промежуточная аттестация проводится в 6 семестре обучения в форме зачета и в 7 семестре обучения в форме экзамена.

Зачет проводится по билетам в форме устного собеседования. Билеты формируются из контрольных вопросов к лекциям и практическим занятиям.

**Регламент проведения зачета:**

1. В билет включается 2 вопроса из разных тем дисциплины.

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционных и практических занятиях.

3. Время на подготовку ответов – до 15 мин, устное собеседование – до 10 минут.

4. Проведение аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий".

Форма, предусмотренная учебным планом – зачет. Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все виды самостоятельной работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

| Вид работы | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|
| Контрольная работа | Контрольные работы, выполненные на положительную оценку |

Если не выполнен один или более видов учебной или самостоятельной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

Экзамен проводится по билетам, ответы предоставляются письменно с последующим устным собеседованием. Билеты формируются из вопросов представленного ниже перечня.

**Регламент проведения экзамена:**

1. В билет включается (3) вопроса из разных разделов дисциплины и (одно, два) практических задания.

2. Перечень вопросов соответствует темам, изученным на лекционные и практические занятия (прилагается).

3. Время на подготовку письменных ответов - до 40 мин, устное собеседование - до 10 минут.

4. Проведение аттестации (экзамена) с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий выполняется в соответствии с утверждённым в университете "Порядком проведения промежуточной аттестации с использованием средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий".

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии. До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все виды учебной и самостоятельной работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины. Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Перечень обязательных работ:

| Вид работы | Форма отчетности и текущего контроля |
|---|---|
| Расчетно-графическая работа | Расчетно-графическая работа, выполненная на положительную оценку |

Если не выполнен один или более видов учебной или самостоятельной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

**Вопросы для подготовки к зачету:**

**Тема 1. Тепловлажностная обработка воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха**

1. Определение понятия "кондиционирование воздуха" (КВ), назначение систем кондиционирования воздуха в общем комплексе системы кондиционирования микроклимата.
2. Структурная схема и классификация систем кондиционирования воздуха (СКВ).
3. Уровень требований к обеспечению параметров микроклимата. Классы систем КВ. Характеристика и расчетные параметры наружного климата. Их связь с обеспеченностью параметров микроклимата.
4. Выбор расчетных параметров воздуха в помещениях при кондиционировании воздуха.
5. Параметры приточного и удаляемого воздуха, их выбор в зависимости от способа распределения воздуха в помещении. Расчет расхода приточного воздуха. Влияние на производительность СКВ и ее энергопотребление.
6. Определение минимально необходимого расхода наружного воздуха в СКВ. Оценка возможности и целесообразности применения рециркуляции воздуха.
7. Свойства влажного воздуха. I-d диаграмма влажного воздуха. Построение на I-d диаграмме характерных процессов изменения параметров воздуха: нагревания, охлаждения, увлажнения, осушения. Смешения потоков воздуха разного состояния.

8. Построение на I-d диаграмме процессов изменения состояния воздуха при его контакте с водой, испарительный нагрев, увлажнение воздуха паром.
9. Прямое и косвенное испарительное охлаждение воздуха. Двухступенчатое испарительное охлаждение.
10. Процессы изменения состояния воздуха при его обработке растворами солей (абсорбентами).
11. Принцип применения твердых сорбентов в СКВ. Характер процесса изменения состояния воздуха при его прохождении через слой адсорбента.
12. Аппараты для тепловлажностной обработки воздуха в СКВ. Физико-математическое описание процессов тепло- и массообмена в аппаратах СКВ.
13. Сопоставление возможностей тепловлажностной обработки воздуха в поверхностных и контактных аппаратах (при использовании воды и растворов солей).
14. Модели тепло-и массообмена для установившегося режима: ТП-модель, ТМО- модель, ТПМО-модель. Соотношения Льюиса, уравнение Меркеля.
15. Основы расчета теплообменников. Конструкторский и поверочный расчет. Прямая и обратная задача.
16. Безразмерные комплексы: количество единиц переноса теплоты, относительный водяной эквивалент. Коэффициент эффективности теплообменника, факторы, которые оказывают влияние на коэффициент эффективности.

**Вопросы для подготовки к экзамену**

**Тема 2. Основы кондиционирования воздуха**

1. Система кондиционирования воздуха отдельного помещения большого объема. Выбор принципиальной схемы обработки воздуха в центральной однозональной СКВ для теплого периода года. Кондиционирование воздуха на основе использования адиабатного охлаждения воздуха.
2. Теплый период года. Кондиционирование воздуха с использованием искусственных источников холода. СКВ прямоточные, с управляемым процессом, с байпасом.
3. Теплый период года. Кондиционирование воздуха с использованием искусственных источников холода. СКВ с одной и двумя рециркуляциями.
4. Холодный период года. СКВ прямоточные, с управляемым процессом, с байпасом.
5. Холодный период года. СКВ с одной и двумя рециркуляциями.
6. Оборудование центральных СКВ. Функциональные и вспомогательные блоки. Типоразмерный ряд. Выбор типоразмера центрального кондиционера.
7. Поверхностные воздухонагреватели. Конструкция. Расчет.
8. Блоки увлажнения центральных СКВ. Конструкция, принцип работы.
9. Форсуночные камеры и блоки сотового увлажнения. Конструкция и расчет.
10. Расчет форсуночной камеры орошения по методикам Б.И.Бялого.
11. Поверхностные воздухоохладители. Конструкция. Расчет. Фильтры для очистки воздуха от пыли. Выбор фильтра.
12. Вентиляционные агрегаты центральных установок СКВ. Их особенности. Выбор вентилятора.
13. Природные и искусственные источники холода.
14. Схема и принцип работы парокомпрессионной холодильной установки. Холодильный коэффициент. Энергетический баланс.
15. Особенности работы парокомпрессионной холодильной установки в режиме теплового насоса. Коэффициент преобразования энергии.
16. Холодильные агенты. Требования к ним, свойства. Характеристики.
17. Температурный режим работы холодильной машины. Построение процесса изменения состояния хладагента на lgP-i диаграмме.

18. Расчет основных характеристик холодильной машины и выбор основных элементов: компрессора, конденсатора, испарителя.
19. Водоохлаждающие холодильные машины для СКВ, классификация.
20. Абсорбционные холодильные машины. Теплоиспользующая бромистолитиевая холодильная установка. Принцип работы, достоинства и недостатки.
21. Холодильные агенты и хладоносители для систем кондиционирования.
22. Физические свойства смесевых фреонов R407a, R410.
23. Холодоснабжение центральных систем СКВ.
24. Классификация и основные технические характеристики сплит-систем
25. кондиционирования воздуха.
26. Влажный воздух, I - d диаграмма.
27. Определение характерных параметров воздуха, обрабатываемого в центральном кондиционере.
28. Теплообменники для фанкойлов.
29. Выбор расчетного воздухообмена.
30. Процессы обработки воздуха водой.
31. Двухступенчатое охлаждение воздуха.
32. Поверхностные теплообменные аппараты для обработки воздуха.
33. Методы определения влажности воздуха.
34. Осушители, основанные на применении поглотителей влаги.
35. Работа кондиционера типа сплит-система на «холод».
36. Работа кондиционера типа сплит-система на «тепло».
37. Назначение, область применения, устройство и принцип действия настенного бытового кондиционера типа сплит-система.
38. Назначение, область применения, устройство и принцип действия бытового кассетного кондиционера типа сплит-система.
39. Назначение, область применения, устройство и принцип действия напольного и потолочного кондиционеров типа сплит-система.
40. Назначение, область применения, устройство и принцип действия оконного кондиционера.
41. Назначение, область применения, устройство и принцип действия прецизионного кондиционера.