Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 08.03.01 Строительство

Наименование образовательной программы: Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

Блок:	**Блок 1 «Дисциплины (модули)»**
Часть образовательной программы:	**Часть, формируемая участниками образовательных отношений**
№ дисциплины по учебному плану:	**Б1.Ч.01.12**
Трудоемкость в зачетных единицах:	**7 семестр - 4;**
Часов (всего) по учебному плану:	**144 часа**
Лекции	**7 семестр - 32 часа;**
Практические занятия	**7 семестр - 32 часа;**
Лабораторные работы	**не предусмотрено учебным планом**
Консультации	**7 семестр - 2 часа;**
Самостоятельная работа	**7 семестр - 77,5 часа;**
в том числе на КП/КР	**не предусмотрено учебным планом**
Иная контактная работа	**проводится в рамках часов аудиторных занятий**
включая: **Контрольная работа** **Расчетно-графическая работа**	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	**7 семестр - 0,5 часа;**

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Криницкий Е.В. Идентификатор: Rc6f46e52-KrinitskyYV-272e3978	Е.В. Криницкий

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Губина Н.А. Идентификатор: R324007cd-GubinaNA-c823f965	Н.А. Губина
Заведующий выпускающей кафедрой	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Щербатов И.А. Идентификатор: R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17	И.А. Щербатов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: формирование компетенций обучающегося в области проектирования, наладки и эксплуатации систем кондиционирования воздуха гражданских зданий.

Задачи дисциплины

- 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.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**	**Запланированные результаты обучения**
ПК-1 Способен разрабатывать проектную документацию объекта капитального строительства	ИД-2$_{ПК-1}$ Выбор объёмно-планировочного решения сооружения (здания)	уметь: - рассчитывать систему кондиционирования воздуха.
ПК-3 Способен организовывать работы по обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ИД-1$_{ПК-3}$ Выбирает нормативно-правовые и нормативно-технические документы, регламентирующие работу по эксплуатации и ремонту систем ТГВиВ	знать: - нормативную базу в области проектирования систем кондиционирования воздуха гражданских зданий.
ПК-3 Способен организовывать работы по обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ИД-2$_{ПК-3}$ Оценивает соответствие систем ТГВиВ требованиям санитарной, пожарной и экологической безопасности	знать: - особенности тепловлажностной обработки воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха.
ПК-3 Способен организовывать работы по обслуживанию и ремонту систем теплогазоснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения	ИД-3$_{ПК-3}$ Осуществляет технический и технологический контроль выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту систем ТГВиВ	знать: - принципы компоновки основного технологического оборудования систем кондиционирования воздуха, методик его подбора.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Теплогазоснабжение, вентиляция, водоснабжение и водоотведение (далее – ОПОП), направления подготовки 08.03.01 Строительство, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:
- знать основы строительной теплофизики и микроклимата зданий
- уметь рассчитывать аэродинамические параметры системы вентиляции воздуха

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа								СР		
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
							КПР	ГК	ИККП	ТК				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Тепловлажностная обработка воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха	48	7	14	-	14	-	-	-	-	-	20	-	***Подготовка к текущему контролю:*** Подготовка к контрольной работе по вопросам ***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 18-26 [3], 54-57
1.1	Введение в кондиционирование воздуха	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Свойства влажного воздуха	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.3	Процессы нагревания и охлаждения воздуха	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.4	Понятие «кондиционирование воздуха» и «система кондиционирования воздуха» (СКВ)	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.5	Уровень требований к обеспечению параметров микроклимата	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
1.6	Термодинамика состояния рабочих сред тепло- и массообменных аппаратов кондиционирования воздуха	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	

1.7	Конструкторский и поверочный расчеты теплообменников-аппаратов СКВ	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2	Основы кондиционирования воздуха	60		18	-	18	-	-	-	-	-	24	-	***Подготовка расчетно-графического задания:*** Выполнение расчетно-графической работы
2.1	Типы кондиционеров	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	***Изучение материалов литературных источников:*** [1], 35-49 [2], 325-334
2.2	Особенности кондиционирования помещений	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2.3	Центральные кондиционеры	8		2	-	2	-	-	-	-	-	4	-	
2.4	Источники холодоснабжения и теплоснабжения центральных систем кондиционирования воздуха	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
2.5	Расчеты СКВ. Расчеты воздуховодов	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
2.6	Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха	12		4	-	4	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	**144.0**		**32**	**-**	**32**	**-**	**2**	**-**	**-**	**0.5**	**44**	**33.5**	
	Итого за семестр	**144.0**		**32**	**-**	**32**	**2**		**-**		**0.5**	**77.5**		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Тепловлажностная обработка воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха

1.1. Введение в кондиционирование воздуха

Введение в кондиционирование воздуха. Кондиционирование воздуха в жизни человека.

1.2. Свойства влажного воздуха

Свойства влажного воздуха. I-d диаграмма влажного воздуха. Построение на i-d диаграмме элементарных процессов изменения состояния влажного воздуха.

1.3. Процессы нагревания и охлаждения 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.

1.4. 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.

1.5. Уровень требований к обеспечению параметров микроклимата

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.

1.6. 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.

1.7. Конструкторский и поверочный расчеты теплообменников-аппаратов СКВ

Прямая и обратная задача поверочного расчета. Безразмерные комплексы: коэффициент эффективности, число единиц переноса теплоты, водяной эквивалент.

2. Основы кондиционирования воздуха

2.1. Типы кондиционеров

Бытовые кондиционеры. Моноблочные бытовые кондиционеры. Бытовые кондиционеры сплит. Промышленные кондиционеры. VRF и VRV системы. Промышленные кондиционеры, крышные и шкафные кондиционеры. Прецизионные кондиционеры.

2.2. Особенности кондиционирования помещений

Кондиционирование особо чистых и термоконстантных помещений. Центральные кондиционеры и чиллер-фанкойл. Кондиционирование большого количества помещений.

2.3. Центральные кондиционеры

Конструкция и принцип работы основных секций центрального кондиционера.

2.4. Источники холодоснабжения и теплоснабжения центральных систем кондиционирования воздуха

Системы «чиллер-фанкойл». Насосные станции для систем «чиллер-фанкойл». Технологические новинки в системах кондиционирования.

2.5. Расчеты СКВ. Расчеты воздуховодов

Расчеты СКВ. Расчеты воздуховодов.

2.6. Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха

Шум от систем вентиляции и кондиционирования и мероприятия по его снижению. Расчеты СКВ. Подбор холодильного оборудования кондиционера.

3.3. Темы практических занятий

1. 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;
2. 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;
3. 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;
4. 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;
5. Построение процессов кондиционирования воздуха для холодного периода года. Определение технологических показателей расчетных расходов теплоты и воды;
6. Выбор типоразмера кондиционера. Подбор воздушного регулирующего клапана. Определения срока службы фильтра до регенерации;
7. Подбор воздухонагревателя центрального кондиционера. Подбор воздухоохладителя центрального кондиционера;
8. Подбор политропной камеры орошения центрального кондиционера;
9. Подбор блоков увлажнения центрального кондиционера;
10. Подбор вентиляторного блока;
11. Определение температурного режима холодильной машины. Построение процессов в IgP-i диаграмме хладагента;
12. Расчет парокомпрессионной холодильной машины.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Проводятся групповые консультации для подготовки к контрольной работе
2. Проводятся групповые консультации по выполнению расчетно-графической работы

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)		Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	
Знать:				
нормативную базу в области проектирования систем кондиционирования воздуха гражданских зданий	ИД-1$_{ПК-3}$	+		Контрольная работа/Контрольная работа
особенности тепловлажностной обработки воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха	ИД-2$_{ПК-3}$	+		Контрольная работа/Контрольная работа
принципы компоновки основного технологического оборудования систем кондиционирования воздуха, методик его подбора	ИД-3$_{ПК-3}$	+		Контрольная работа/Контрольная работа
Уметь:				
рассчитывать систему кондиционирования воздуха	ИД-2$_{ПК-1}$		+	Расчетно-графическая работа/Кондиционирование воздуха гражданского здания. РГР

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Кондиционирование воздуха гражданского здания. РГР (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. М. Ю. Калиниченко- "Кондиционирование воздуха и холодоснабжение зданий", Издательство: "Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ)", Ставрополь, 2017 - (136 с.)
https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483078;
2. Сканави, А. Н. Отопление : учебник для вузов по направлению "Строительство" специальность 290700 "Теплогазоснабжение и вентиляция" / А. Н. Сканави, Л. М. Махов . – М. : Ассоциация строительных вузов (АСВ), 2006 . – 576 с. - ISBN 5-930931-61-5 .;
3. Яковлев, И. В. Процессы обработки воздуха в системах вентиляции и кондиционирования : учебное пособие по курсу "Промышленные и бытовые установки искусственного климата" по направлению 13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника" / И. В. Яковлев, М. В. Горелов, Е. М. Горячева ; ред. И. В. Яковлев ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 124 с. - ISBN 978-5-7046-1997-0 .
http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10353.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. **ЭБС Лань** - https://e.lanbook.com/
2. **ЭБС "Университетская библиотека онлайн"** - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. **Научная электронная библиотека** - https://elibrary.ru/
4. **База данных Web of Science** - http://webofscience.com/
5. **Национальная электронная библиотека** - https://rusneb.ru/
6. **Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ)** - http://elib.mpei.ru/login.php
7. **Портал открытых данных Российской Федерации** - https://data.gov.ru

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

Приложение А

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Кондиционирование воздуха

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:
КМ-1 Контрольная работа (Контрольная работа)
КМ-2 Кондиционирование воздуха гражданского здания. РГР (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
		Неделя КМ:	9	15
1	Тепловлажностная обработка воздуха в аппаратах систем кондиционирования воздуха			
1.1	Введение в кондиционирование воздуха		+	
1.2	Свойства влажного воздуха		+	
1.3	Процессы нагревания и охлаждения воздуха		+	
1.4	Понятие «кондиционирование воздуха» и «система кондиционирования воздуха» (СКВ)		+	
1.5	Уровень требований к обеспечению параметров микроклимата		+	
1.6	Термодинамика состояния рабочих сред тепло- и массообменных аппаратов кондиционирования воздуха		+	
1.7	Конструкторский и поверочный расчеты теплообменников-аппаратов СКВ		+	
2	Основы кондиционирования воздуха			
2.1	Типы кондиционеров			+
2.2	Особенности кондиционирования помещений			+
2.3	Центральные кондиционеры			+
2.4	Источники холодоснабжения и теплоснабжения центральных систем кондиционирования воздуха			+
2.5	Расчеты СКВ. Расчеты воздуховодов			+
2.6	Автоматизация систем вентиляции и кондиционирования воздуха			+
		Вес КМ, %:	30	70