

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ПРОМЫШЛЕННЫЕ И БЫТОВЫЕ СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО
КЛИМАТА

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.11.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 18 часов;
Самостоятельная работа	3 семестр - 109,2 часов;
в том числе на КП/КР	3 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	3 семестр - 0,3 часа;
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
	всего - 0,8 часа

Москва 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2

М.В. Горелов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2

М.В. Горелов

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	Р6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А. Щербатов

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение процессов влажного воздуха, основ расчета, анализа и проектирования инженерных систем обеспечения искусственного климата в зданиях и сооружениях.

Задачи дисциплины

- Овладение основами построения на диаграмме влажного воздуха процессов в аппаратах и в воздухе помещений;
- Овладение навыками расчета процессов влажного воздуха и аппаратов инженерных систем обеспечения искусственного климата: отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
- Овладение основами анализа энергоэффективности процессов и аппаратов инженерных систем обеспечения искусственного климата и выбора энергосберегающего решения;
- Приобретение навыков проектирования систем обеспечения искусственного климата жилых, общественных, административно – бытовых и промышленных зданий..

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-4 Способен рассчитывать и проектировать системы обеспечения тепловых режимов работы оборудования и приборов для обеспечения их эффективной, надежной и безопасной работы	ИД-4 _{ПК-4} Проводит оценку степени эффективности, надежности и безопасности работы систем обеспечения тепловых режимов работы приборов и оборудования	знать: - методы выбора серийного и проектирования нового энергоэффективного и экологически безопасного теплообменного оборудования, работающего в составе систем обеспечения микроклимата зданий.. уметь: - проектировать системы обеспечения микроклимата на основе энергоэффективного и экологически безопасного теплообменного оборудования.
ПК-5 Способен участвовать в выполнении отдельных разделов проектов коммунальных и промышленных объектов,, проектировании энергетических, теплотехнических и теплотехнологических аппаратов в соответствии с техническими заданиями и действующими нормативно-техническими документами	ИД-1 _{ПК-5} Использует нормативно-техническую документацию при выполнении отдельных разделов проектов	знать: - методы выбора наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности; - методы расчета процессов влажного воздуха, теплообменного и вентиляционного оборудования систем обеспечения микроклимата зданий; - методы организации воздухообмена в вентилируемых помещениях. уметь: - проводить выбор наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать потребление энергоресурсов системами обеспечения микроклимата и предлагать энергоэффективные решения; - рассчитывать процессы влажного воздуха, тепломассообменное и вентиляционное оборудование систем обеспечения микроклимата зданий; - рассчитывать процессы изменения параметров воздуха и воздухообмен в вентилируемых помещениях.
<p>ПК-5 Способен участвовать в выполнении отдельных разделов проектов коммунальных и промышленных объектов,, проектировании энергетических, теплотехнических и теплотехнологических аппаратов в соответствии с техническими заданиями и действующими нормативно-техническими документами</p>	<p>ИД-2_{ПК-5} Проводит выбор наилучших схем теплотехнических систем и конструкций теплотехнических аппаратов при выполнении отдельных разделов проектов</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - нормативные требования к параметрам микроклимата зданий; - методы энергосбережения в системах обеспечения микроклимата зданий. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать и применять нормативную информацию и требования к микроклимату зданий и сооружений при выборе расчетных параметров систем обеспечения микроклимата.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

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 5 зачетных единиц, 180 часов.

№ 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	Микроклимат зданий и климат местности	9.0	3	2.0	-	2.0	-	-	-	-	-	5	-	<p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: задать расчетные параметры воздуха помещений и наружного воздуха для проектирования системы кондиционирования</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Микроклимат зданий и климат местности"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Микроклимат зданий и климат местности и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Микроклимат зданий и климат местности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 5-10</p>	
1.1	Искусственный климат.	2.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	1		-
1.2	Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий	3.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	2		-
1.3	Нормативные требования к системам обеспечения микроклимата зданий и сооружений.	4		1	-	1	-	-	-	-	-	-	2		-
2	Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования	18		2	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор</p>	

2.1	Термодинамические основы влажного воздуха.	9	1	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<p>варианта проектного решения. Пример задания: определить параметры приточного и вытяжного воздуха в системе кондиционирования в холодный и теплый период года</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования"</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 39-60</p>
2.2	Основные процессы изменения тепловлажностного состояния воздуха при его обработке в системах вентиляции и кондиционирования	9	1	-	3	-	-	-	-	-	5	-	
3	Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях.	18.0	2.0	-	6	-	-	-	-	-	10	-	<p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: рассчитать воздухообмен в системе приточно-вытяжной общеобменной вентиляции здания по заданным параметрам наружного и внутреннего воздуха</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u></p>
3.1	Тепловые и влажностные балансы зданий.	4.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
3.2	Воздухообмен в зданиях	5.5	0.5	-	2	-	-	-	-	-	3	-	
3.3	Луч процесса изменения параметров состояния воздуха в помещении от притока до вытяжки.	3.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	2	-	
3.4	Определение	4.5	0.5	-	2	-	-	-	-	-	2	-	

	параметров приточного и вытяжного воздуха.												Изучение материалов по разделу Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 27-36 [3], стр. 61-99
4	Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.	11.00	2.00	-	4.0	-	-	-	-	-	5	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: рассчитать теплопотребление системой вентиляции за отопительный период по данным о расходе воздуха в системе
4.1	Потребление тепловой энергии системами отопления.	2.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	1	-	
4.2	Потребление тепловой и электрической энергии системами вентиляции.	4.25	0.75	-	1.5	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха."
4.3	Теплопотребление системами кондиционирования воздуха.	4.25	0.75	-	1.5	-	-	-	-	-	2	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. и подготовка к контрольной работе

													<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 23-29 [5], стр. 77-86 [6], стр. 254-270	
5	Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха	26.0	4.0	-	8	-	-	-	-	-	-	14	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: разработать расчетную схему вентиляционной сети по представленным поэтажным планам здания <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 54-71 [2], стр. 37-47
5.1	Системы вентиляции.	11	2	-	3	-	-	-	-	-	-	6	-	
5.2	Промышленные системы кондиционирования воздуха.	11.5	1.5	-	4	-	-	-	-	-	-	6	-	
5.3	Полупромышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха.	3.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	
6	Аэродинамический расчет вентиляционных систем.	12.0	2.0	-	2.0	-	-	-	-	-	-	8	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: выполнить аэродинамический расчет вентиляционной сети по заданному
6.1	Цель и задачи аэродинамического расчета и исходные	3.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	2	-	

														<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха."</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], стр. 100-120 [4], стр. 5-21. стр. 27-60 [5], стр. 5-21</p>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5		
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-		
	Всего за семестр	180.00	16.0	0	32.0	16	2	4	-	0.8	75.7	33.5		
	Итого за семестр	180.00	16.0	0	32.0	18	4	0.8	0	0.8	109.2	33.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – 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. Микроклимат зданий и климат местности

1.1. Искусственный климат.

Основные виды вредных выделений и их воздействие на организм человека. Гигиенические нормы. Тепловой баланс человека и комфортные условия воздушной среды.. Инженерные системы обеспечения микроклимата зданий и сооружений: отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха..

1.2. Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий

Сезонные параметры климата местности.. Параметры микроклимата: температура воздуха, результирующая температура, относительная влажность, подвижность воздуха, локальная асимметрия температуры.. Санитарно гигиенические требования к воздуху помещений зданий различного назначения.. Нормативная документация в области обеспечения микроклимата: СанПиН, ГОСТ, своды правил.. Показатели, характеризующие микроклимат жилых, общественных и административно- бытовых зданий.. Показатели, характеризующие микроклимат производственных зданий..

1.3. Нормативные требования к системам обеспечения микроклимата зданий и сооружений.

Рабочая и обслуживаемая зона помещений.. Оптимальные и допустимые параметры микроклимата.. Помещения с постоянным и непостоянным пребыванием людей.. Расчетные параметры воздушной среды для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха согласно нормативным требованиям.. Расчетные параметры наружной среды для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха согласно нормативным требованиям..

2. Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования

2.1. Термодинамические основы влажного воздуха.

Термодинамические параметры и уравнения состояния влажного воздуха, как смеси идеальных газов.. Массовое влагосодержание воздуха.. Относительная влажность воздуха.. Температура точки росы.. Температура воздуха по мокрому термометру.. Удельная энтальпия влажного воздуха.. Плотность влажного воздуха и его компонентов.. Удельная энтальпия сухого и насыщенного водяного пара.. Удельная теплота парообразования.. H-d диаграмма влажного воздуха..

2.2. Основные процессы изменения тепловлажностного состояния воздуха при его обработке в системах вентиляции и кондиционирования .

Механическая и тепловлажностная обработка воздуха в системах вентиляции и кондиционирования воздуха.. Процессы нагрева и охлаждения воздуха в рекуперативных теплообменных аппаратах, включая процессы с выпадением влаги.. Основное дифференциальное уравнение теплопереноса при непосредственном контакте между воздухом и водой.. Процессы увлажнения и осушения воздуха в аппаратах контактного типа.. Процессы смешения потоков воздуха.. Процессы увлажнения воздуха острым водяным паром.. Изображение процессов непрерывного изменения состояния воздуха при его обработке в системах вентиляции и кондиционирования на H-d диаграмме..

3. Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях.

3.1. Тепловые и влажностные балансы зданий.

Приходная и расходная часть балансов, составляющие теплового баланса и их расчет.. Расчет избытков теплоты и влаги, поступающих в воздух помещений здания от людей, бытовых приборов, технологического оборудования, солнечной радиации..

3.2. Воздухообмен в зданиях

Организация воздухообмена в зданиях.. Баланс между притоком воздуха и вытяжкой.. Расчет расхода приточного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования, необходимого для удаления избытков теплоты и влаги, снижения концентрации вредных веществ.. Расчет расхода приточного воздуха в жилых, общественных и административно-бытовых зданиях из условия обеспечения требуемого качества воздуха..

3.3. Луч процесса изменения параметров состояния воздуха в помещении от притока до вытяжки.

Уравнение углового коэффициента луча процесса на H-d диаграмме.. Положение луча процесса на диаграмме в зависимости от знака избытков теплоты и влаги в помещении.. Построение луча процесса на H-d диаграмме в зависимости от способа подачи и удаления воздуха и параметров наружного воздуха..

3.4. Определение параметров приточного и вытяжного воздуха.

Графо- аналитический метод определения параметров приточного и вытяжного воздуха с построением луча процесса на H-d диаграмме.. Аналитический метод определения параметров приточного и вытяжного воздуха на основе уравнения углового коэффициента..

4. Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

4.1. Потребление тепловой энергии системами отопления.

Расчетная отопительная нагрузка системы отопления по результатам составления теплового баланса.. Отопительная нагрузка в зависимости от актуальной температуры наружного воздуха.. Теплопотребление системой отопления за отопительный период..

4.2. Потребление тепловой и электрической энергии системами вентиляции.

Расчетная вентиляционная нагрузка системы механической вентиляции по заданному расходу приточного воздуха.. Вентиляционная нагрузка механической вентиляции в зависимости от актуальной температуры наружного воздуха.. Теплопотребление системой механической вентиляции за отопительный период.. Потребление электрической энергии вентиляторами общеобменной приточно-вытяжной вентиляции по заданным расходам приточного и вытяжного воздуха и давлению, создаваемом вентилятором.. Энергосбережение в системах вентиляции: применение рециркуляции, утилизация теплоты вытяжного воздуха, оптимизация графика работы вентиляции, устранение утечек воздуха и и потерь теплоты через изоляцию воздуховодов в необогреваемых помещениях..

4.3. Теплопотребление системами кондиционирования воздуха.

Расчет тепловой нагрузки системы кондиционирования по заданным параметрам наружного и приточного воздуха.. Расчет теплопотребления системой кондиционирования за год по графику стояния средних температур наружного воздуха.. Энергосбережение в системах кондиционирования : применение рециркуляции, утилизация теплоты приточного воздуха, устранение утечек воздуха воздуховодах, применение доводчиков в многозональных системах, использование природных источников теплоты и холода..

5. Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха

5.1. Системы вентиляции.

Назначение и классификация систем вентиляции воздуха.. Принципиальные схемы и устройство вентиляционных систем.. Прямоточные и рециркуляционные системы вентиляции.. Процессы обработки воздуха в системах механической вентиляции и их представление на H-d диаграмме..

5.2. Промышленные системы кондиционирования воздуха.

Назначение и типы систем кондиционирования воздуха.. Принципиальные схемы центральной однозональной и центральной многозональной прямоточных систем кондиционирования воздуха.. Процессы обработки воздуха в приточных установках центральных прямоточных систем кондиционирования.. Рециркуляционные системы кондиционирования: принципиальные схемы и процессы обработки воздуха.. Графоаналитический метод построения и расчета процессов обработки воздуха в системах кондиционирования для холодного и теплого периода года на H-d диаграмме.. Аналитический метод расчета процессов обработки воздуха в системах кондиционирования для холодного и теплого периода года на H-d диаграмме..

5.3. Полупромышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха.

Принцип работы и устройство полупромышленных и бытовых систем кондиционирования воздуха.. Термодинамические циклы парокомпрессионных холодильной машины и теплового насоса.. Гидравлический контур бытового кондиционера воздуха и его основные элементы.. Принципиальная схема полупромышленной системы кондиционирования на основе сплит -систем с множеством внутренних блоков.. Принципиальные отличия бытовых кондиционеров от промышленных систем кондиционирования воздуха..

6. Аэродинамический расчет вентиляционных систем.

6.1. Цель и задачи аэродинамического расчета и исходные данные.

Цель и задачи аэродинамического расчета.. Исходные данные и три этапа подготовки к расчету: трассировка вентиляционной сети, разметка отдельных участков, выбор наиболее напряженного участка от вентилятора до оконечного устройства (воздухораспределителя)..

6.2. Методы расчета и порядок проведения.

Методы ограничения скорости в воздуховодах и постоянного перепада давления.. Этапы аэродинамического расчета по методу ограничения скорости.. Балансировка вентиляционной сети.. Аэродинамическая характеристика вентиляционной сети..

6.3. Подбор вентилятора по результатам аэродинамического расчета.

Аэродинамическая характеристика сети и характеристика вентилятора.. Рабочая точка вентилятора и определение рабочей точки по характеристикам сети и вентилятора..

6.4. Регулирование расхода воздуха, задаваемого вентилятором.

Регулирование расхода воздушной заслонкой и регулирование частотой вращения рабочего колеса вентилятора.. Расход воздуха в сети при одновременной работе двух последовательно или параллельно работающих вентиляторов..

7. Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

7.1. Этапы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.

Выбор системы в соответствии с заданием на проектирование.. Выбор расчетных условий: температуры внутреннего воздуха, относительной влажности и скорости движения воздуха в обслуживаемой зоне помещений, температуры и энтальпии наружного воздуха.. Предварительный анализ количеств избыточной теплоты, влаги и вредных веществ, поступающих в воздух помещения на основе составления тепловых и материальных балансов.. Расчет воздухообмена – количества приточного и удаляемого воздуха на основе выбранной схемы воздухообмена по фактической интенсивности поступления вредностей и по принятым нормам проектирования.. Аэродинамический расчет вентиляционной сети общеобменной приточной и вытяжной вентиляции.. Аэродинамический расчет воздухораспределительных устройств.. Расчет мощности по нагреву воздуха в приточных вентиляционных установках и энергопотребления вентиляционными установками.. Подбор основного оборудования: вентиляторов, калориферов, воздушных фильтров, шумоглушителей, воздухораспределителей, регулирующих устройств..

7.2. Подбор основного оборудования систем по результатам теплового и аэродинамических расчетов.

Подбор калориферов и воздухоохладителей.. Подбор аппаратов контактного типа: форсуночных камер орошения, поверхностных увлажнителей воздуха.. Подбор вентиляторов, воздушных фильтров, шумоглушителей, воздухораспределителей..

3.3. Темы практических занятий

1. Построение процессов обработки воздуха в центральной рециркуляционной установке кондиционирования воздуха в H-d диаграмме для холодного и теплого периодов года.;
2. Расчет процессов влажного воздуха: нагрев, охлаждение, осушение, увлажнение;
3. Расчет параметров влажного воздуха. Диаграмма влажного воздуха;
4. Расчет расхода приточного воздуха в системе вентиляции помещений с избытками теплоты, влаги и выделением вредных веществ;
5. Расчет расхода приточного воздуха в системе кондиционирования воздуха помещений с избытками теплоты, влаги и выделением вредных веществ;
6. Построение процессов обработки воздуха в центральной приточной установке кондиционирования воздуха в H-d диаграмме для холодного и теплого периодов года.;
7. Расчет и подбор форсуночных камер орошения.;
8. Расчет требуемого расхода воздуха и потребности центральной рециркуляционной системы кондиционирования в тепловой энергии и холоде;
9. Построение процессов обработки воздуха в H-d диаграмме для летнего и зимнего режимов работы в системах изотермического и адиабатного увлажнения воздуха. Расчет расхода воды, необходимого для увлажнения воздуха в указанных системах;
10. Аэродинамический расчет вентиляционных систем. Конструктивный расчет воздухопроводов приточных и вытяжных систем механической и естественной вентиляции;
11. Аэродинамическая характеристика вентиляционной сети. Подбор вентилятора;
12. Расчет и подбор поверхностных воздухонагревателей и воздухоохладителей.;
13. Тепловой расчет конденсационного теплоутилизатора в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Методы влаговыпадения и приведения к условно сухому теплообменному аппарату;
14. Расчетные параметры внутреннего и наружного воздуха для систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
15. Построение процессов обработки воздуха в H-d диаграмме в системах прямого изоэнтальпийного и двухступенчатого охлаждения воздуха.;

16. Расчет потребности центральной приточной системы кондиционирования воздуха в тепловой энергии и холоде.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Микроклимат зданий и климат местности"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования"
3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях."
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха."
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Аэродинамический расчет вентиляционных систем."

Индивидуальные консультации по курсовому проекту /работе (ИККП)

1. Консультации проводятся по разделу "Микроклимат зданий и климат местности"
2. Консультации проводятся по разделу "Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования"
3. Консультации проводятся по разделу "Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях."
4. Консультации проводятся по разделу "Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха."
5. Консультации проводятся по разделу "Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха"
6. Консультации проводятся по разделу "Аэродинамический расчет вентиляционных систем."
7. Консультации проводятся по разделу "Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха."

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

3 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1, 2, 3	4, 5, 6, 7, 8	9, 10	11, 12, 13, 14	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	10	30	30	30	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	10	40	70	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Выбор системы обеспечения микроклимата в соответствии с заданием на проектирование
2	Разработка принципиальной схемы системы
3	Выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха в соответствии с климатическим районом строительства здания
4	Расчет отопительной нагрузки здания (для системы отопления)
5	Построение процессов влажного воздуха в обслуживаемом помещении для систем вентиляции и кондиционирования воздуха
6	Расчет воздухообмена на основе теплового и материальных балансов здания (для систем вентиляции и кондиционирования воздуха)
7	Определение расчетных нагрузок по вентиляции и кондиционированию воздуха
8	Расчет потребления тепловой энергии системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха за расчетный период
9	Уточнение выбора схемы теплоснабжения по минимуму потребления тепловой энергии системами обеспечения микроклимата, предложение энергосберегающих мероприятий
10	Выполнение гидравлического (системы отопления) и аэродинамического расчета системы
11	Определение параметров основного теплообменного и вентиляционного оборудования систем
12	Подбор вентиляционного и теплообменного оборудования
13	Оценка энергетической и экологической эффективности проекта
14	Оформление пояснительной записки

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	3	4	5	6	7		
Знать:										
методы выбора серийного и проектирования нового энергоэффективного и экологически безопасного теплообменного оборудования, работающего в составе систем обеспечения микроклимата зданий.	ИД-4пк-4							+	+	Контрольная работа/Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха
методы организации воздухообмена в вентилируемых помещениях	ИД-1пк-5			+						Контрольная работа/Воздухообмен вентилируемых помещений
методы расчета процессов влажного воздуха, теплообменного и вентиляционного оборудования систем обеспечения микроклимата зданий	ИД-1пк-5		+							Контрольная работа/Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования
методы выбора наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности	ИД-1пк-5					+				Контрольная работа/Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха
методы энергосбережения в системах обеспечения микроклимата зданий	ИД-2пк-5				+					Контрольная работа/Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
нормативные требования к параметрам микроклимата зданий	ИД-2пк-5	+								Контрольная работа/Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий
Уметь:										
проектировать системы обеспечения микроклимата на основе энергоэффективного и экологически безопасного теплообменного оборудования	ИД-4пк-4							+	+	Контрольная работа/Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха
рассчитывать процессы изменения параметров воздуха и воздухообмен в вентилируемых	ИД-1пк-5			+						Контрольная работа/Воздухообмен вентилируемых помещений

помещениях									
рассчитывать процессы влажного воздуха, теплообменное и вентиляционное оборудование систем обеспечения микроклимата зданий	ИД-1пк-5		+						Контрольная работа/Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования
рассчитывать потребление энергоресурсов системами обеспечения микроклимата и предлагать энергоэффективные решения	ИД-1пк-5				+				Контрольная работа/Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
проводить выбор наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности	ИД-1пк-5					+			Контрольная работа/Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха
использовать и применять нормативную информацию и требования к микроклимату зданий и сооружений при выборе расчетных параметров систем обеспечения микроклимата	ИД-2пк-5	+							Контрольная работа/Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Воздухообмен вентилируемых помещений (Контрольная работа)
2. Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха (Контрольная работа)
3. Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий (Контрольная работа)
4. Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования (Контрольная работа)
5. Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха (Контрольная работа)
6. Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

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

Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

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 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Яковлев, И. В. Системы обеспечения микроклимата здания : учебное пособие по курсу "Промышленные и бытовые установки искусственного климата" по направлениям "Теплоэнергетика", "Теплоэнергетика и теплотехника" / И. В. Яковлев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Издательский дом МЭИ, 2012. – 72 с. – ISBN 978-5-383-00687-0.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=4435>;
2. Яковлев, И. В. Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования : учебное пособие по курсу "Промышленные и бытовые установки искусственного климата" по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника" / И. В. Яковлев, М. В. Горелов, Е. М. Горячева ; ред. И. В. Яковлев ; Нац. исслед. ун-т "МЭИ". – М. : Изд-во МЭИ, 2017. – 48 с. – ISBN 978-5-7046-1795-2.
<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=9502>;

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://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=10353>;

4. Центральные системы кондиционирования воздуха типа "ВЕЗА" : учебное пособие по курсу "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха" по направлению "Теплоэнергетика" / А. Л. Ефимов, В. И. Косенков, А. А. Муравьев, [и др.], Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ). – М. : Издательский дом МЭИ, 2010. – 72 с. – ISBN 978-5-383-00415-9.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=1657>;

5. Яковлев, И. В. Воздушное отопление : учебное пособие по курсам "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха", "Промышленные и бытовые установки искусственного климата" / И. В. Яковлев, М. В. Горелов, Е. М. Горячева, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ"). – Москва : Изд-во МЭИ, 2020. – 88 с. – ISBN 978-5-7046-2201-7.

<http://elibr.mpei.ru/elibr/view.php?id=11139>;

6. Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / О. Л. Данилов, А. Б. Гаряев, И. В. Яковлев, [и др.] ; ред. А. В. Клименко. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский дом МЭИ, 2011. – 424 с. – ISBN 978-5-383-00609-2.;

7. В. М. Свистунов, Н. К. Пушняков- "Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха объектов агропромышленного комплекса и жилищно-коммунального хозяйства", (4-е изд.), Издательство: "Политехника", Санкт-Петербург, 2012 - (431 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129567>.

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. Scilab;
6. nanoCAD Plus;
7. SmathStudio.

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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elibr.mpei.ru/login.php>
7. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru;>
<http://docs.cntd.ru/>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных	В-104-3, Учебная аудитория каф.	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом

занятий и текущего контроля	"ТМПУ"	в Интернет, мультимедийный проектор
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	В-104-3, Учебная аудитория каф. "ТМПУ"	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-409, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Лекционная аудитория	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	В-104-5, Преподавательская каф. "ТМПУ"	стол, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, документы, журналы, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	В-02, Архив	стеллаж для хранения книг, стол для работы с документами, стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Промышленные и бытовые системы искусственного климата

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий (Контрольная работа)
- КМ-2 Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования (Контрольная работа)
- КМ-3 Воздухообмен вентилируемых помещений (Контрольная работа)
- КМ-4 Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (Контрольная работа)
- КМ-5 Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха (Контрольная работа)
- КМ-6 Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	2	4	6	8	12	15
1	Микроклимат зданий и климат местности							
1.1	Искусственный климат.		+					
1.2	Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий		+					
1.3	Нормативные требования к системам обеспечения микроклимата зданий и сооружений.		+					
2	Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования							
2.1	Термодинамические основы влажного воздуха.			+				
2.2	Основные процессы изменения тепловлажностного состояния воздуха при его обработке в системах вентиляции и кондиционирования .			+				
3	Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях.							
3.1	Тепловые и влажностные балансы зданий.				+			
3.2	Воздухообмен в зданиях				+			

3.3	Луч процесса изменения параметров состояния воздуха в помещении от притока до вытяжки.			+			
3.4	Определение параметров приточного и вытяжного воздуха.			+			
4	Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.						
4.1	Потребление тепловой энергии системами отопления.				+		
4.2	Потребление тепловой и электрической энергии системами вентиляции.				+		
4.3	Теплопотребление системами кондиционирования воздуха.				+		
5	Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха						
5.1	Системы вентиляции.					+	
5.2	Промышленные системы кондиционирования воздуха.					+	
5.3	Полупромышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха.					+	
6	Аэродинамический расчет вентиляционных систем.						
6.1	Цель и задачи аэродинамического расчета и исходные данные.						+
6.2	Методы расчета и порядок проведения.						+
6.3	Подбор вентилятора по результатам аэродинамического расчета.						+
6.4	Регулирование расхода воздуха, воздаваемого вентилятором.						+
7	Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.						
7.1	Этапы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха.						+
7.2	Подбор основного оборудования систем по результатам теплового и аэродинамических расчетов.						+
Вес КМ, %:		10	20	20	15	15	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Промышленные и бытовые системы искусственного климата

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Выбор системы обеспечения микроклимата и расчетных параметров наружного и внутреннего воздуха
- КМ-2 Расчет воздухообмена и теплопотребления системами обеспечения микроклимата
- КМ-3 Гидравлический, аэродинамический расчет системы
- КМ-4 Подбор основного оборудования систем обеспечения микроклимата

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Выбор системы обеспечения микроклимата в соответствии с заданием на проектирование		+			
2	Разработка принципиальной схемы системы		+			
3	Выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха в соответствии с климатическим районом строительства здания		+			
4	Расчет отопительной нагрузки здания (для системы отопления)			+		
5	Построение процессов влажного воздуха в обслуживаемом помещении для систем вентиляции и кондиционирования воздуха			+		
6	Расчет воздухообмена на основе теплового и материальных балансов здания (для систем вентиляции и кондиционирования воздуха)			+		
7	Определение расчетных нагрузок по вентиляции и кондиционированию воздуха			+		
8	Расчет потребления тепловой энергии системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха за расчетный период			+		
9	Уточнение выбора схемы теплоснабжения по минимуму потребления тепловой энергии системами обеспечения микроклимата, предложение энергосберегающих мероприятий				+	
10	Выполнение гидравлического (системы отопления) и аэродинамического расчета системы				+	

11	Определение параметров основного теплообменного и вентиляционного оборудования систем				+
12	Подбор вентиляционного и теплообменного оборудования				+
13	Оценка энергетической и экологической эффективности проекта				+
14	Оформление пояснительной записки				+
Вес КМ, %:		10	30	30	30