

**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: Цифровое информационное моделирование инженерных систем зданий и сооружений

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ ИСКУССТВЕННОГО КЛИМАТА**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.04</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 7;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>252 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 48 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>1 семестр - 18 часов;</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 149,2 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>1 семестр - 15,7 часов;</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>1 семестр - 4 часа;</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Защита курсового проекта</b>	<b>1 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>1 семестр - 0,5 часа;</b>
	<b>всего - 0,8 часа</b>

**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	Маскинская А.Ю.
	Идентификатор	R4ac5cf7e-MaskinskyaAY-056d228

А.Ю.  
Маскинская

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:** 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-1 Способен разрабатывать проектную и рабочую документацию инженерных систем объектов капитального строительства в соответствии с техническим заданием, с использованием современных программных средств, действующими нормативно-техническими документами, создавать, использовать и сопровождать информационные модели объектов капитального строительства и их инженерных сетей на всех этапах их жизненного цикла, а также координировать действия соисполнителей и определять область применения результатов научно-исследовательских работ	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Разрабатывает проектную и рабочую документацию инженерных систем объектов капитального строительства в соответствии с техническим заданием, с использованием современных программных средств, действующими нормативно-техническими документами и стандартами и бизнес-процессами организации	знать: - нормативные требования к параметрам микроклимата зданий; - методы энергосбережения в системах обеспечения микроклимата зданий; - методы выбора наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности; - методы организации воздухообмена в вентилируемых помещениях; - методы расчета процессов влажного воздуха, тепломассообменного и вентиляционного оборудования систем обеспечения микроклимата зданий; - методы выбора серийного и проектирования нового энергоэффективного и экологически безопасного тепломассообменного оборудования, работающего в составе систем обеспечения микроклимата зданий..  уметь: - рассчитывать процессы изменения параметров воздуха и воздухообмен в вентилируемых помещениях; - проектировать системы обеспечения микроклимата на основе энергоэффективного и экологически безопасного тепломассообменного оборудования;

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать и применять нормативную информацию и требования к микроклимату зданий и сооружений при выборе расчетных параметров систем обеспечения микроклимата;</li> <li>- проводить выбор наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности;</li> <li>- рассчитывать потребление энергоресурсов системами обеспечения микроклимата и предлагать энергоэффективные решения;</li> <li>- рассчитывать процессы влажного воздуха, тепломассообменное и вентиляционное оборудование систем обеспечения микроклимата зданий.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Цифровое информационное моделирование инженерных систем зданий и сооружений (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 7 зачетных единиц, 252 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	Микроклимат зданий и климат местности	16.00	1	4	-	3.00	-	-	-	-	-	9	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Микроклимат зданий и климат местности"</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Микроклимат зданий и климат местности" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Микроклимат зданий и климат местности и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> 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><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 5-10</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования" подготовка к</p>
1.1	Искусственный климат.	3.75		1	-	0.75	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий	4.75		1	-	0.75	-	-	-	-	-	3	-	
1.3	Нормативные требования к системам обеспечения микроклимата зданий и сооружений.	7.5		2	-	1.5	-	-	-	-	-	4	-	
2	Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования	27.0		4	-	9.0	-	-	-	-	-	14	-	

2.1	Термодинамические основы влажного воздуха.	13.5	2	-	4.5	-	-	-	-	-	7	-	выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b>
2.2	Основные процессы изменения тепловлажностного состояния воздуха при его обработке в системах вентиляции и кондиционирования	13.5	2	-	4.5	-	-	-	-	-	7	-	Повторение материала по разделу "Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования" <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: определить параметры приточного и вытяжного воздуха в системе кондиционирования в холодный и теплый период года <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [4], 39-60
3	Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях.	31.0	4	-	9.0	-	-	-	-	-	18	-	<b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях." <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b>
3.1	Тепловые и влажностные балансы зданий.	7.5	1	-	1.5	-	-	-	-	-	5	-	Изучение материалов по разделу Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях. и подготовка к контрольной работе
3.2	Воздухообмен в зданиях	9	1	-	3	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b>
3.3	Луч процесса изменения параметров состояния воздуха в помещении от притока до вытяжки.	6.5	1	-	1.5	-	-	-	-	-	4	-	Изучение материала по разделу "Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
3.4	Определение	8	1	-	3	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая

	параметров приточного и вытяжного воздуха.												<p>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><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[3], 27-36 [4], 61-99</p>
4	Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.	21.00	4.0	-	6.0 0	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: рассчитать теплотребление системой вентиляции за отопительный период по данным о расходе воздуха в системе</p>
4.1	Потребление тепловой энергии системами отопления.	5.5	1	-	1.5	-	-	-	-	-	3	-	
4.2	Потребление тепловой и электрической энергии системами вентиляции.	7.75	1.5	-	2.2 5	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха."</p>
4.3	Теплопотребление системами кондиционирования воздуха.	7.75	1.5	-	2.2 5	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. и подготовка к контрольной работе</p>

													<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 23-29 [6], 77-86 [7], 245-270
5	Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха	40.0	8	-	12.0	-	-	-	-	-	20	-	<b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> 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 <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 54-71 [3], 37-47
5.1	Системы вентиляции.	16.5	4	-	4.5	-	-	-	-	-	8	-	
5.2	Промышленные системы кондиционирования воздуха.	17	3	-	6	-	-	-	-	-	8	-	
5.3	Полупромышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха.	6.5	1	-	1.5	-	-	-	-	-	4	-	
6	Аэродинамический расчет вентиляционных систем.	23.00	4	-	3.00	-	-	-	-	-	16	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Аэродинамический расчет вентиляционных систем." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу
6.1	Цель и задачи аэродинамического расчета и исходные	5.75	1	-	0.75	-	-	-	-	-	4	-	



													контрольной работе <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха." <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  [4], 100-120 [5], 5-21; 27-60 [6], 5-21
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовой проект (КП)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>252.00</b>	<b>32.0</b>	-	<b>48.00</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	-	<b>0.8</b>	<b>115.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>252.00</b>	<b>32.0</b>	-	<b>48.00</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>149.2</b>		

**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. 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. Тепловой расчет конденсационного теплоутилизатора в в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. Методы влаговываждения и приведения к условно сухому теплообменному аппарату;
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. Расчет расхода приточного воздуха в системе кондиционирования воздуха помещений с избытками теплоты, влаги и выделением вредных веществ;; Аэродинамическая характеристика вентиляционной сети. Подбор вентилятора;
12. Расчет и подбор поверхностных воздухонагревателей и воздухоохладителей;
13. Расчет требуемого расхода воздуха и потребности центральной рециркуляционной системы кондиционирования в тепловой энергии и холоде;
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 1 Семестр

Курсовой проект (КП)

#### 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		
<b>Знать:</b>										
методы выбора серийного и проектирования нового энергоэффективного и экологически безопасного теплообменного оборудования, работающего в составе систем обеспечения микроклимата зданий.	ИД-1ПК-1							+	+	Контрольная работа/Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха
методы расчета процессов влажного воздуха, теплообменного и вентиляционного оборудования систем обеспечения микроклимата зданий	ИД-1ПК-1		+							Контрольная работа/Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования
методы организации воздухообмена в вентилируемых помещениях	ИД-1ПК-1			+						Контрольная работа/Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования
методы выбора наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности	ИД-1ПК-1					+				Контрольная работа/Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха
методы энергосбережения в системах обеспечения микроклимата зданий	ИД-1ПК-1				+					Контрольная работа/Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
нормативные требования к параметрам микроклимата зданий	ИД-1ПК-1	+								Контрольная работа/Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий
<b>Уметь:</b>										
рассчитывать процессы влажного воздуха, теплообменное и вентиляционное оборудование систем обеспечения микроклимата зданий	ИД-1ПК-1		+							Контрольная работа/Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования

рассчитывать потребление энергоресурсов системами обеспечения микроклимата и предлагать энергоэффективные решения	ИД-1ПК-1				+			Контрольная работа/Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха
проводить выбор наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности	ИД-1ПК-1					+		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-1ПК-1	+						Контрольная работа/Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий
проектировать системы обеспечения микроклимата на основе энергоэффективного и экологически безопасного теплообменного оборудования	ИД-1ПК-1						+	Контрольная работа/Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха
рассчитывать процессы изменения параметров воздуха и воздухообмен в вентилируемых помещениях	ИД-1ПК-1			+				Контрольная работа/Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

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

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

#### Экзамен (Семестр №1)

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

#### Курсовой проект (КП) (Семестр №1)

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 1 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. 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;](https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=129567)
2. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4435;](http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=4435)
3. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=9502>;

4. 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. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=1657>;

6. 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://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=11139>;

7. 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..

## **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Scilab;
5. nanoCAD Plus.

## **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](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://elib.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 занятий и текущего контроля	Г-408, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для	Г-407, Учебная	парта, стол преподавателя, стул, доска

проведения практических занятий, КР и КП	аудитория	меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Г-407, 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

### Установки и системы искусственного климата

(название дисциплины)

#### 1 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 Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (Контрольная работа)
- КМ-4 Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха (Контрольная работа)
- КМ-5 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
		Неделя КМ:	2	4	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, задаваемого 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, %:		15	20	20	25	20

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

### Установки и системы искусственного климата

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:**

- 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 КП.**

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