**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**

# Оценочные материалы
# по дисциплине
# Установки и системы искусственного климата

**Москва**
**2024**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

| | | |
|---|---|---|
| Руководитель образовательной программы | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»<br>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ<br>Владелец: Маскинская А.Ю.<br>Идентификатор: R4ac5cf7e-MaskinskyaAY-056d228 | А.Ю. Маскинская |
| Заведующий выпускающей кафедрой | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»<br>Сведения о владельце ЦЭП МЭИ<br>Владелец: Щербатов И.А.<br>Идентификатор: R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17 | И.А. Щербатов |

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. 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 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

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

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)

**БРС 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.

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 | КМ-5 |
| | Срок КМ: | 2 | 4 | 8 | 12 | 15 |
| Микроклимат зданий и климат местности | | | | | | |
| Искусственный климат. | | + | | | | |
| Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий | | + | | | | |
| Нормативные требования к системам обеспечения микроклимата зданий и сооружений. | | + | | | | |
| Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования | | | | | | |
| Термодинамические основы влажного воздуха. | | | + | | | |
| Основные процессы изменения тепловлажностного состояния воздуха при его обработке в системах вентиляции и кондиционирования . | | | + | | | |
| Воздухообмен и процессы влажного воздуха в вентилируемых помещениях. | | | | | | |
| Тепловые и влажностные балансы зданий. | | | + | | | |
| Воздухообмен в зданиях | | | + | | | |
| Луч процесса изменения параметров состояния воздуха в помещении от притока до вытяжки. | | | + | | | |
| Определение параметров приточного и вытяжного воздуха. | | | + | | | |
| Потребление энергоресурсов системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. | | | | | | |
| Потребление тепловой энергии системами отопления. | | | | + | | |
| Потребление тепловой и электрической энергии системами вентиляции. | | | | + | | |
| Теплопотребление системами кондиционирования воздуха. | | | | + | | |
| Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха | | | | | | |
| Системы вентиляции. | | | | | + | |
| Промышленные системы кондиционирования воздуха. | | | | | + | |
| Полупромышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха. | | | | | + | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Аэродинамический расчет вентиляционных систем. | | | | | |
| Цель и задачи аэродинамического расчета и исходные данные. | | | | | + |
| Методы расчета и порядок проведения. | | | | | + |
| Подбор вентилятора по результатам аэродинамического расчета. | | | | | + |
| Регулирование расхода воздуха, воздаваемого вентилятором. | | | | | + |
| Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха. | | | | | |
| Этапы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха. | | | | | + |
| Подбор основного оборудования систем по результатам теплового и аэродинамических расчетов. | | | | | + |
| Вес КМ: | 15 | 20 | 20 | 25 | 20 |

**БРС курсовой работы/проекта**

**1 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> 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.

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
| | Срок КМ: | 4 | 8 | 12 | 15 |
| Выбор системы обеспечения микроклимата в соответствии с заданием на проектирование | | + | | | |
| Разработка принципиальной схемы системы | | + | | | |
| Выбор расчетных параметров внутреннего и наружного воздуха в соответствии с климатическим районом строительства здания | | + | | | |
| Расчет отопительной нагрузки здания (для системы отопления) | | | + | | |
| Построение процессов влажного воздуха в обслуживаемом помещении для систем вентиляции и кондиционирования воздуха | | | + | | |
| Расчет воздухообмена на основе теплового и материальных балансов здания (для систем вентиляции и кондиционирования воздуха) | | | + | | |
| Определение расчетных нагрузок по вентиляции и кондиционированию воздуха | | | + | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Расчет потребления тепловой энергии системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха за расчетный период | | + | | |
| Уточнение выбора схемы теплоснабжения по минимуму потребления тепловой энергии системами обеспечения микроклимата, предложение энергосберегающих мероприятий | | | + | |
| Выполнение гидравлического (системы отопления) и аэродинамического расчета системы | | | + | |
| Определение параметров основного тепломассообменного и вентиляционного оборудования систем | | | | + |
| Подбор вентиляционного и теплообменного оборудования | | | | + |
| Оценка энергетической и экологической эффективности проекта | | | | + |
| Оформление пояснительной записки | | | | + |
| Вес КМ: | 10 | 30 | 30 | 30 |

**СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ**

***I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций***

| Индекс компетенции | Индикатор | Запланированные результаты обучения по дисциплине | Контрольная точка |
|---|---|---|---|
| ПК-1 | ИД-1$_{ПК-1}$ 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:<br>методы выбора наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности<br>методы организации воздухообмена в вентилируемых помещениях<br>методы расчета процессов влажного воздуха, тепломассообменного и вентиляционного оборудования систем обеспечения микроклимата зданий<br>методы выбора серийного и проектирования нового энергоэффективного и экологически безопасного тепломассообменного оборудования, работающего в составе систем обеспечения | КМ-1 Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий (Контрольная работа)<br>КМ-2 Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования (Контрольная работа)<br>КМ-3 Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (Контрольная работа)<br>КМ-4 Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха (Контрольная работа)<br>КМ-5 Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха (Контрольная работа) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | микроклимата зданий.<br>методы энергосбережения в системах обеспечения микроклимата зданий<br>нормативные требования к параметрам микроклимата зданий<br>Уметь:<br>проектировать системы обеспечения микроклимата на основе энергоэффективного и экологически безопасного тепломассообменного оборудования<br>использовать и применять нормативную информацию и требования к микроклимату зданий и сооружений при выборе расчетных параметров систем обеспечения микроклимата<br>рассчитывать процессы изменения параметров воздуха и воздухообмен в вентилируемых помещениях<br>проводить выбор наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | энергоэффективности<br>рассчитывать потребление энергоресурсов системами обеспечения микроклимата и предлагать энергоэффективные решения<br>рассчитывать процессы влажного воздуха, тепломассообменное и вентиляционное оборудование систем обеспечения микроклимата зданий | |

*II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания*

**КМ-1. Параметры микроклимата и санитарно-гигиенические требования к искусственному климату зданий**

**Формы реализации**: Письменная работа
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студенты получают задание в письменном виде в текстовом редакторе, ответы представляют через определенное преподавателем время.

**Краткое содержание задания:**
Контрольная работа ориентирована на знание студентами нормативной документации в части нормирования параметров микроклимата зданий различного назначения, расположенных в различных климатических зонах и применение полученных знаний при задании расчетных условий для проектирования систем обеспечения микроклимата зданий

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| Знать: нормативные требования к параметрам микроклимата зданий | 1.Какие требования предъявляются к микроклимату зданий<br>2.Что такое обслуживаемая или рабочая зона помещения<br>3.Какой температурой наружного воздуха ограничена продолжительность отопительного периода<br>4.Как задается расчетная температура воздуха при проектировании отопления жилых помещений жилых зданий<br>5.Как задается расчетная температура воздуха при проектировании отопления общественных, административно-бытовых и производственных зданий<br>6.Как задается расчетная температура при проектировании вентиляции зданий различного назначения<br>7.Как задается расчетная температура при проектировании систем кондиционирования зданий различного назначения<br>8.Какие параметры внутренней воздушной среды принимаются в качестве расчетных при проектировании систем отопления. вентиляции и кондиционирования воздуха<br>9.Как связаны расчетные температуры внутреннего и наружного воздуха при проектировании систем вентиляции зданий<br>10.Какие параметры внутреннего воздуха |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| | нормируются при проектировании систем микроклимата жилых зданий<br>11.Какие параметры внутреннего воздуха нормируются при проектировании систем микроклимата общественных, административно-бытовых и производственных зданий |
| Уметь: использовать и применять нормативную информацию и требования к микроклимату зданий и сооружений при выборе расчетных параметров систем обеспечения микроклимата | 1.Определить расчетные параметры внутреннего воздуха для помещения производственного здания с постоянными рабочими местами и заданной категорией работ, необходимые для проектирования системы отопления<br>2.Определить расчетные параметры внутреннего воздуха для помещения производственного здания с постоянными рабочими местами и заданной категорией работ, необходимые для проектирования системы кондиционирования<br>3.Определить расчетные параметры внутреннего воздуха для помещения общественного здания с постоянным пребыванием людей и заданной категорией помещения, необходимые для проектирования системы вентиляции<br>4.Определить расчетную температуру внутреннего воздуха для помещения общественного здания с постоянным пребыванием людей и заданной категорией помещения, необходимую для проектирования системы отопления |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4 («хорошо»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-2. Процессы влажного воздуха в системах вентиляции и кондиционирования**

**Формы реализации**: Письменная работа
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Аудиторное занятие.

**Краткое содержание задания:**

Контрольная работа предполагает знание теоретических основ термодинамики влажного воздуха и методов расчета процессов влажного воздуха при его обработке в аппаратах систем вентиляции и кондиционирования, а также умение проводить расчеты процессов, пользуясь аналитическими или графо- аналитическими (с использованием диаграммы влажного воздуха) методами

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| Знать: методы организации воздухообмена в вентилируемых помещениях | 1.Записать уравнение теплового баланса здания (помещения)<br>2.Записать уравнения материальных балансов по влаге и воздуху<br>3.Из каких составляющих складывается вентиляционная нагрузка здания<br>4.Как рассчитать расход приточного воздуха из условия ассимиляции полных избытков теплоты<br>5.Как рассчитать расход приточного воздуха из условия нормирования качества воздуха жилых и общественных зданий<br>6.Как рассчитать угловой коэффициент и построить луч процесса изменения состояния воздуха в вентилируемом помещении<br>7.Как рассчитать требуемый расход приточного воздуха для снижения концентрации вредного вещества до предельно допустимой<br>8.Записать уравнение изменения параметров состояния воздуха от притока до вытяжки<br>9.Из каких составляющих складываются избытки полной теплоты, поступающие в воздух помещений<br>10.Способы расчета параметров приточного и вытяжного воздуха |
| Знать: методы расчета процессов влажного воздуха, тепломассообменного и вентиляционного оборудования систем обеспечения микроклимата зданий | 1.Какими термодинамическими уравнениями определяется состояние влажного воздуха<br>2.Каки допущения принимаются при записи уравнений состояния влажного воздуха<br>3.Перечислите параметры. характеризующие состояние влажного воздуха<br>4.Что такое парциальное давление водяного пара<br>5.Что такое массовое влагосодержание влажного воздуха<br>6.Дайте определение температуры воздуха по мокрому термометру<br>7.Дайте определение температуры точки росы<br>8.Что такое относительная влажность воздуха<br>9.В пределах какого парциального давления водяного пара влажный воздух считается ненасыщенным влагой |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| | 10.Каким уравнением представлена зависимость удельной энтальпии влажного воздуха от температуры и влагосодержания<br>11.Для какого количества воздуха построена H-d диаграмма<br>12.Каким уравнением описываются процессы теплопереноса при непосредственном контакте между воздухом и водой в аппаратах смесительного типа<br>13.Чему равен угловой коэффициент луча процесса увлажнения воздуха острым водяным паром<br>14.Чему равен угловой коэффициент изотермы на диаграмме влажного воздуха |
| Уметь: рассчитывать процессы влажного воздуха, тепломассообменное и вентиляционное оборудование систем обеспечения микроклимата зданий | 1.По заданным температуре, относительной влажности и барометрическому давлению рассчитать удельную энтальпию и парциальное давление водяного пара<br>2.По заданным температуре, удельной энтальпии и барометрическому давлению рассчитать влагосодержание, относительную влажность и парциальное давление водяного пара<br>3.Пользуясь диаграммой влажного воздуха по заданным температуре и относительной влажности определить влагосодержание, удельную энтальпию и парциальное давление воздуха<br>4.Пользуясь диаграммой влажного воздуха по заданным температуре и влагосодержанию определить относительную влажность, удельную энтальпию и парциальное давление воздуха<br>5.Пользуясь диаграммой влажного воздуха по заданным температуре и температуре точки росы определить влагосодержание, относительную влажность, удельную энтальпию и парциальное давление воздуха<br>6.Пользуясь диаграммой влажного воздуха по заданным температуре по мокрому термометру и температуре точки росы определить влагосодержание, относительную влажность, удельную энтальпию и парциальное давление воздуха<br>7.Пользуясь диаграммой влажного воздуха по заданным влагосодержанию и относительной влажности определить температуру, удельную энтальпию. температуру точки росы и парциальное давление воздуха<br>8.По заданным температурам в начале и конце процесса нагрева и начальному влагосодержанию определить количество теплоты, необходимое для нагрева 1 кг сухого воздуха в калорифере<br>9.По заданным температурам в начале и конце |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| | процесса охлаждения воздуха в поверхностном воздухоохладителе и начальному влагосодержанию определить количество теплоты, которое необходимо отвести от 1 кг сухого воздуха<br>10.По заданным температуре и энтальпии определить конечную температуру воздуха в процессе его изоэнтальпийного увлажнения в форсуночной камере орошения<br>11.По заданным удельным энтальпиям и влагосодержаниям двух потоков влажного воздуха рассчитать параметры смеси<br>12.По заданным удельным энтальпиям и температурам двух потоков влажного воздуха определить параметры смеси, пользуясь диаграммой влажного воздуха |
| Уметь: рассчитывать процессы изменения параметров воздуха и воздухообмен в вентилируемых помещениях | 1.По заданным расчетным параметрам воздуха и интенсивностям поступления в воздух помещения избыточных теплоты и влаги рассчитать расход приточного воздуха в системе кондиционирования воздуха<br>2.По заданным расчетным параметрам воздуха и избыткам теплоты и влаги определить параметры приточного и вытяжного воздуха в системе кондиционирования воздуха<br>3.Рассчитать расход приточного воздуха из условия нормирования качества воздуха жилых зданий<br>4.Рассчитать расход приточного воздуха из условия нормирования качества воздуха общественного здания<br>5.Рассчитать расход приточного воздуха из условия снижения концентрации вредного вещества заданного типа и заданной интенсивности поступления его в воздух помещения<br>6.По заданным расчетным параметрам воздуха и интенсивностям поступления в воздух помещения избыточных теплоты и влаги рассчитать расход приточного воздуха в системе вентиляции в холодный период года<br>7.По заданным расчетным параметрам воздуха и интенсивностям поступления в воздух помещения избыточных теплоты и влаги рассчитать расход приточного воздуха в системе вентиляции в теплый период года |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4 («хорошо»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-3. Энергопотребление системами отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха**

**Формы реализации**: Письменная работа
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Аудиторное занятие.

**Краткое содержание задания:**
Знание методов расчета нагрузок по отоплению и вентиляции заданий теплопотребления за указанный период, умение проводить расчеты энергопотребления зданиями на нужды отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| Знать: методы энергосбережения в системах обеспечения микроклимата зданий | 1.Как по тепловому балансу здания определить расчетную нагрузку по отоплению<br>2.Как зависит отопительная нагрузка от текущей температуры наружного воздуха<br>3.Расчетная вентиляционная нагрузка<br>4.Как зависит вентиляционная нагрузка от текущей температуры наружного воздуха<br>5.Как график работы вентиляции влияет на теплопотребление калориферов приточных систем<br>6.Какие энергосберегающие мероприятия в системах вентиляции и кондиционирования дают наибольший эффект |
| Уметь: рассчитывать потребление энергоресурсов системами обеспечения микроклимата и предлагать энергоэффективные решения | 1.Рассчитать теплопотребление системой отопления за отопительный период по заданной расчетной отопительной нагрузке для заданного климатического района<br>2.Рассчитать теплопотребление системой вентиляции за отопительный период по заданной расчетной вентиляционной нагрузке для заданного климатического района |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| | 3.Рассчитать теплопотребление системой кондиционирования за год по заданному графику стояния средних температур наружного воздуха и заданным параметрам приточного воздуха |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4 («хорошо»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-4. Системы вентиляции, промышленные и бытовые системы кондиционирования воздуха**

**Формы реализации**: Письменная работа
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Аудиторное занятие.

**Краткое содержание задания:**
Знание принципиальных схем и аналитических и графо-аналитических методов расчета процессов обработки воздуха в приточных установках систем вентиляции и кондиционирования воздуха, умение проводить расчеты проектных параметров указанных систем

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| Знать: методы выбора наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности | 1.Какие процессы применяются для подготовки воздуха в промышленных системах кондиционирования<br>2.Процессы прямого изоэнтальпийного охлаждения воздуха и способы регулирования параметров приточного воздуха<br>3.Как рассчитать экономию тепловой энергии прои применении рециркуляции первого типа в системе кондиционирования воздуха<br>4.Как рассчитать расход рециркулирующего воздуха при |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| | применении рециркуляции второго типа в системе кондиционирования воздуха<br>5.Как рассчитать экономию тепловой энергии при применении рециркуляции в системе кондиционирования воздуха в теплый период года<br>6.Как построить процессы обработки воздуха в приточной установке центральной прямоточной системы кондиционирования воздуха на H-d диаграмме<br>7.Как построить процессы обработки воздуха в приточной установке центральной рециркуляционной системы кондиционирования воздуха на H-d диаграмме в холодный период года<br>8.Как построить процессы обработки воздуха в приточной установке центральной рециркуляционной системы кондиционирования воздуха на H-d диаграмме в теплый период года |
| Уметь: проводить выбор наилучших схем теплотехнических систем, удовлетворяющих требованию по энергоэффективности | 1.Рассчитать мощность по нагреву воздуха в калориферах первой и второй ступени прямоточной системы кондиционирования воздуха по заданному расходу воздуха, параметрам наружного и приточного воздуха используя аналитический метод<br>2.Рассчитать мощность по нагреву воздуха в калориферах первой и второй ступени прямоточной системы кондиционирования воздуха по заданному расходу воздуха, параметрам наружного и приточного воздуха используя графо- аналитический метод<br>3.Рассчитать температуру воздуха после первой ступени нагрева по заданным параметрам наружного и приточного воздуха<br>4.Рассчитать температуру воздуха на выходе из форсуночной камеры орошения по заданным параметрам наружного и приточного воздуха в теплый период года<br>5.До какой минимальной температуры можно охладить воздух, применяя двухступенчатое охлаждение, если заданы параметры наружного воздуха<br>6.Рассчитать расход воздуха через форсуночную камеру орошения при его прямом изоэнтальпийном охлаждении по заданным параметрам наружного и приточного воздуха<br>7.Определить параметры приточного воздуха, пользуясь H-d диаграммой, по заданным параметрам наружного и внутреннего воздуха, угловому коэффициенту луча процесса в помещении и применении изоэнтальпийного охлаждения |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4 («хорошо»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

**КМ-5. Основы проектирования систем вентиляции и кондиционирования воздуха**

**Формы реализации**: Письменная работа
**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа
**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Аудиторное занятие.

**Краткое содержание задания:**
В ходе контрольной работы проверяются знания содержания основных этапов проектирования климатических систем, алгоритмов выбора основного оборудования (калориферов, поверхностных воздухоохладителей, форсуночных камер орошения, вентиляторов) и умение применять знания на практике

**Контрольные вопросы/задания:**

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| Знать: методы выбора серийного и проектирования нового энергоэффективного и экологически безопасного тепломассообменного оборудования, работающего в составе систем обеспечения микроклимата зданий. | 1.Какие исходные данные для проведения аэродинамического расчета вентиляционной сети<br>2.Какие подготовительные этапы предшествуют непосредственному расчету вентиляционной сети<br>3.Какие проектные данные должны быть указаны для проектирования систем обеспечения микроклимата<br>4.Перечислите основные этапы проектирования систем вентиляции<br>5.Перечислите основные этапы проектирования систем отопления<br>6.Перечислите основные этапы проектирования промышленных систем кондиционирования воздуха<br>7.Исходные данные и последовательность подбора калориферов систем вентиляции<br>8.Исходные данные и последовательность подбора калориферов промышленных систем кондиционирования воздуха<br>9.Исходные данные и последовательность |

| Запланированные результаты обучения по дисциплине | Вопросы/задания для проверки |
|---|---|
| | подбора поверхностных воздухоохладителей<br>10.Каков алгоритм подбора форсуночной камеры орошения в системе кондиционирования<br>11.Особенности подбора поверхностного увлажнителя воздуха<br>12.Как выбрать вентилятор по результатам аэродинамического расчета и характеристикам вентилятора |
| Уметь: проектировать системы обеспечения микроклимата на основе энергоэффективного и экологически безопасного тепломассообменного оборудования | 1.Выбрать калорифер по данным каталога, заданной тепловой мощности, расходу воздуха и параметрам греющего теплоносителя<br>2.Выбрать поверхностный воздухоохладитель по данным каталога, заданной мощности по охлаждению, расходу воздуха и параметрам охлаждающего теплоносителя<br>3.Выбрать вентилятор по заданным расходу воздуха, потерям давления в вентиляционной сети и представленным характеристикам вентилятора из каталога |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5 («отлично»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

*Оценка:* 4 («хорошо»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)
*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

**1 семестр**

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

**Пример билета**

1. Рассчитать мощность по нагреву воздуха в калориферах первой и второй ступени УКВ (установка кондиционирования воздуха) в холодный период, если расход воздуха *G*=10 кг/с. Заданы: температура наружного воздуха $t_н$ = 6 °С, энтальпия наружного воздуха $H_н$=11 кДж/кг; температура приточного воздуха $t_п$ = 21 °С и относительная влажность приточного воздуха $\varphi_п$ = 60%.
2.Определить параметры приточного воздуха (температуру и влагосодержание) в процессе изоэнтальпийного охлаждения, если заданы температура внутреннего воздуха $t_н$ = 20 °С и относительная влажность $\varphi_в$ = 50%. Температура наружного воздуха 30 °С, энтальпия 30 кДж/кг. Угол наклона луча процесса в помещении ε=2536 кДж/кг.

Задана температура воздуха *t* = 25 °С, удельная энтальпия воздуха *H* = 25 кДж/кг. Пользуясь диаграммой влажного воздуха определить относительную влажность воздуха.

**Процедура проведения**

Экзамен проводится в устной форме по билетам в виде подготовки и изложения развернутого ответа на теоретические вопросы и пояснение выполнения практического задания. Время на выполнение задания/подготовку ответа – 50 минут

***I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины***

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1$_{ПК-1}$ 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

**Вопросы, задания**

1.Заданы параметры наружного (температура $t_н$ = - 5 °С, влагосодержание $d_н$ = 1 г/кг с.в.) и приточного воздуха (температура $t_п$ = 20 °С и относительная влажность $\varphi_п$= 50%). Определить мощность по нагреву воздуха в центральной системе кондиционирования воздуха в холодный период года, если расход воздуха равен 1 кг/с.
2.Рассчитать температуру воздуха после калорифера первой ступени УКВ (установка кондиционирования воздуха) в холодный период. Заданы: температура наружного воздуха $t_н$ = 7 °С, энтальпия наружного воздуха $H_н$ = 15 кДж/кг; температура приточного воздуха $t_п$ = 22 °С и относительная влажность приточного воздуха $\varphi_п$ = 50%.
3.Определить параметры приточного воздуха (температуру и влагосодержание) в процессе изоэнтальпийного охлаждения, если заданы температура внутреннего воздуха $t_н$ = 20 °С и относительная влажность $\varphi_в$ = 50%. Температура наружного

воздуха 30 °С, энтальпия 30 кДж/кг. Угол наклона луча процесса в помещении ε=2536 кДж/кг.

4.Рассчитать мощность по нагреву воздуха в калориферах первой и второй ступени УКВ (установка кондиционирования воздуха) в холодный период, если расход воздуха *G*=10 кг/с. Заданы: температура наружного воздуха $t_н$ = 6 °С, энтальпия наружного воздуха $H_н$=11 кДж/кг; температура приточного воздуха $t_п$ = 21 °С и относительная влажность приточного воздуха $\varphi_п$ = 60%.

5.Определить параметры приточного воздуха (температуру и энтальпию) в системе вентиляции в теплый период года, если угол наклона луча процесса в помещении ε=3000 кДж/кг, $\Delta W$ =0,01 кг/с, расход воздуха G = 1 кг/с. Параметры наружного воздуха $t_н$= 23 °С, энтальпия $H_н$ = 55 кДж/кг.

6.Заданы параметры воздуха (температура $t_1$ =28 °С и относительная влажность $\varphi_1$= 50%). Определить мощность по охлаждению воздуха в поверхностном воздухоохладителе при охлаждении его до температуры ниже температуры точки росы ($t_2$=14 °С и относительная влажность $\varphi_2$ = 90%). Расход воздуха 1 кг/с.

7. Определить параметры приточного воздуха (температуру и энтальпию) в системе вентиляции, если угол наклона луча процесса в помещении ε=4000 кДж/кг, расчетные параметры внутреннего воздуха $t_в$ =22 °С, $\varphi_в$ = 60%. Параметры наружного воздуха $t_н$ = -5 °С, влагосодержание $d_н$ = 1 г/кг.

8.Задана температура воздуха *t*=20о*C*, температура воздуха по мокрому термометру $t_м$ = 14 °С. Пользуясь диаграммой влажного воздуха, определить относительную влажность воздуха/

9.Задана температура воздуха *t* = 25 °С, удельная энтальпия воздуха *H* = 25 кДж/кг. Пользуясь диаграммой влажного воздуха определить относительную влажность воздуха.

10.До какой минимальной температуры можно охладить наружный воздух применяя изоэнтальпийное охлаждение, если задана температура наружного воздуха *t* = 30 °С и его относительная влажность φ = 30 %?

11.Задана температура воздуха *t* = 21 °С, парциальное давление водяного пара $p_п$ = 2 кПа. Рассчитать относительную влажность воздуха.

12.Заданы параметры воздуха (температура *t* = 30 °С и относительная влажность φ = 35%). Определить максимальную мощность по охлаждению воздуха в поверхностном воздухоохладителе при охлаждении его до температуры точки росы. Расход воздуха 1 кг/с.

13. Заданы параметры наружного (температура $t_н$ = 30 °С и энтальпия $H_н$ = 60 кДж/кг) и приточного воздуха (температура $t_п$ = 20 °С относительная влажность $\varphi_п$ = 50%) Определить мощность по охлаждению воздуха в центральной прямоточной системе кондиционирования воздуха в летний период года, если расход воздуха равен 1 кг/с.

14.Определить расчетные параметры внутреннего воздуха для помещения производственного здания с постоянными рабочими местами и заданной категорией работ, необходимые для проектирования системы отопления

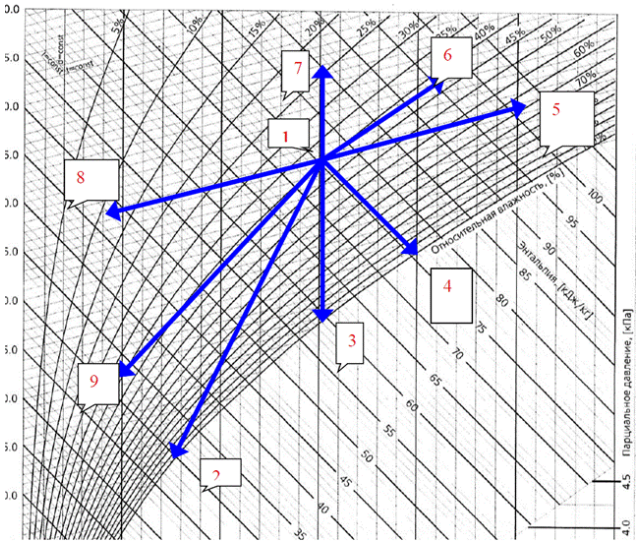
15.Определить расчетные параметры внутреннего воздуха для помещения производственного здания с постоянными рабочими местами и заданной категорией работ, необходимые для проектирования системы кондиционирования

16.Определить расчетные параметры внутреннего воздуха для помещения общественного здания с постоянным пребыванием людей и заданной категорией помещения, необходимые для проектирования системы вентиляции

17.Определить расчетную температуру внутреннего воздуха для помещения общественного здания с постоянным пребыванием людей и заданной категорией помещения, необходимую для проектирования системы отопления

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1.Какие из изображенных на диаграмме процессов не могут быть реализованы на практике при взаимодействии между воздухом и водой в аппаратах контактного типа?




Ответы:

1-5 1-2 1-6 Правильный ответ должен содержать полный перечень нереализуемых процессов

Верный ответ: 1-5 1-7 1-8 1-9

2.Чему равен угловой коэффициент изотермы на диаграмме влажного воздуха?

Ответы:

Удельной энтальпии насыщенного водяного пара Удельной энтальпии водяного пара при температуре воздуха Теплоте парообразования воздуха

Верный ответ: Удельной энтальпии водяного пара при температуре воздуха

3.Как изменяется удельная энтальпия влажного воздуха в процессе насыщения воздуха водяным паром в адиабатных условиях?

Ответы:

Не изменяется Уменьшается Возрастает

Верный ответ: Возрастает на величину энтальпии воды

4.В практике инженерного проектирования систем кондиционирования воздуха процесс насыщения воздуха водяным паром в адиабатных условиях полагается изоэнтальпийным (изоэнтальпийное увлажнение). При какой температуре воздуха это допущение строго выполняется?

Ответы:

При температуре воздуха большее 0 При температуре воздуха меньше 0 При температуре воздуха t=0

Верный ответ: При температуре воздуха t=0

5.Как соотносятся между собой температура точки росы и температура воздуха по мокрому термометру при одинаковых заданных начальных параметрах воздуха?

Ответы:

Температура точки росы ниже температуры воздуха по мокрому термометру Температура точки росы выше температуры воздуха по мокрому термометру Температуры одинаковы

Верный ответ: Температура точки росы ниже температуры воздуха по мокрому термометру

6.Минимальный расход свежего воздуха при применении рециркуляции не должен быть меньше

Ответы:

Расчетного расхода приточного воздуха из условия поглощения избытков полной теплоты Нормируемого значения приточного воздуха Расчетного расхода приточного

воздуха из условия поглощения избытков явной теплоты Расчетного расхода приточного воздуха из условия поглощения избытков влаги

Верный ответ: Нормируемого значения приточного воздуха

7.Применение какого типа теплообменника для утилизации теплоты вытяжного воздуха дает наибольший энергосберегающий эффект?

Ответы:

Рекуперативный теплообменник Регенеративный теплообменник с вращающимся ротором Система из двух теплообменников с промежуточным контуром

Верный ответ: Регенеративный теплообменник с вращающимся ротором

8.Какие из параметров микроклимата нормируются при проектировании промышленных систем кондиционирования воздуха?

Ответы:

Температура и относительная влажность воздуха Температура и скорость движения воздуха Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха Температура и относительная влажность

Верный ответ: Температура, относительная влажность и скорость движения воздуха

9.В пределах каких норм задаются расчетные параметры внутреннего воздуха при проектировании промышленных систем кондиционирования?

Ответы:

В пределах допустимых норм В пределах оптимальных норм

Верный ответ: В пределах оптимальных норм

10.Требуется ли периодическое проветривание помещения при работе бытового кондиционера воздуха?

Ответы:

Нет, не требуется Периодическое проветривание необходимо, так как отсутствует приток свежего воздуха Требуется постоянная принудительная вентиляция помещения

Верный ответ: Периодическое проветривание необходимо, так как отсутствует приток свежего воздуха

11.Задана температура воздуха t = 20°С, влагосодержание d = 11 г/кг с.в. Пользуясь диаграммой влажного воздуха определить энтальпию влажного воздуха.

Ответы:

56 кДж/кг
45 кДж/кг
35 кДж/кг
60 кДж/кг
48 кДж/кг

Верный ответ: 48 кДж/кг

12.Задана температура воздуха t = 29°С, температура воздуха по мокрому термометру tм, = 16°С. Пользуясь диаграммой влажного воздуха, определить относительную влажность воздуха

Ответы:

35 %
25 %
45 %
60 %

Верный ответ: 25 %

13.В системе вентиляции применяется теплообменник - теплоутилизатор теплоты вытяжного воздуха. Коэффициент тепловой эффективности теплообменника - утилизатора равен 0,5. Температура приточного воздуха 1 °С , температура вытяжного воздуха 30 °С. Расходы приточного и вытяжного воздуха равны 1 кг/с. На сколько

уменьшится мощность по нагреву приточного воздуха при применении теплообменника?

Ответы:

Уменьшится на

20,5 кВт

15,5 кВт

30,0 кВт

14,5 кВт

Верный ответ: Уменьшится на 14,5 кВт

14.Какой из способов регулирования расхода воздуха, создаваемого вентилятором, дает большую экономию электрической энергии

-регулирование расхода воздушной заслонкой;

- регулирование скорости вентилятора при применении частотно-регулируемого электропривода

Ответы:

-регулирование расхода воздушной заслонкой;

- регулирование скорости вентилятора при применении частотно-регулируемого электропривода

Верный ответ: регулирование скорости вентилятора при применении частотно-регулируемого электропривода

***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка:* 5 («отлично»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70
*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка:* 4 («хорошо»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60
*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50
*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)
*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

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

**Для курсового проекта/работы:**

**1 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

***I. Процедура защиты КП/КР***

Защита проводится в устной форме в виде изложения последовательности действий в выполненной работе и развернутых ответов т пояснений на заданные комиссией вопросы.

***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка:* 5 («отлично»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 70
*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка:* 4 («хорошо»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60
*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка:* 3 («удовлетворительно»)
*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 50
*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

*Оценка:* 2 («неудовлетворительно»)
*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

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