



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ:

Директор института энергетики и
автоматизированных систем
С.И. Лукьянов

«28» 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ

Направление подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль программы

Энергообеспечение предприятий

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт
Кафедра
Курс
Семестр

Энергетики и автоматизированных систем
Теплотехнических и энергетических систем
3
6

Магнитогорск
2018 г.

Лист регистрации изменений и дополнений

[illegible]

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Отопление, вентиляция и кондиционирование» являются:

развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль подготовки – Энергообеспечение предприятий.

Задачи дисциплины – усвоение студентами:

- основных разделов предмета;
- неразрывной связи систем энергообеспечения человека с промышленными производителями и потребителями энергоносителей, режимами потребления и производства энергоносителей, повышение эффективности степени их использования;
- вопросов надежности эксплуатации оборудования сетей, систем и их элементов с учетом технологии производства.

2 Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Рабочая программа учебной дисциплины Б1.В.ДВ.03.02 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» входит в вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных в результате изучения дисциплин:

«Гидрогазодинамика» – уравнение неразрывности, сплошности;

«Техническая термодинамика» - тема влажный воздух, h-d-диаграмма;

«Тепломассообмен» - законы Фурье, Ньютона – Рихмана, Стефана-Больцмана, критериальные уравнения теплопередачи.

Дисциплина «Отопление, вентиляция и кондиционирование» служит основой для освоения дисциплин: «Источники и системы теплоснабжения предприятий», «Энергосбережение в теплоэнергетике и теплотехнологиях».

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Отопление, вентиляция, и кондиционирование» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК -2 - способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	
Знать:	- основные определения и понятия в области естественнонаучных дисциплин, методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам.
Уметь:	- объяснять типичные модели задач в области безопасности энергетических систем жизнедеятельности - распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач в области безопасности энергетических систем жизнедеятельности
Владеть:	- основными методами математического анализа и моделирования в области безопасности энергетических систем жизнедеятельности - способами демонстрации умения анализировать способы теоретического и экспериментального исследования в области данной дисциплины -возможностью междисциплинарного применения знаний в профессиональной деятельности
ПК-9 способностью обеспечивать соблюдение экологической безопасности на производстве и планировать экозащитные мероприятия и мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на производстве	
Знать:	- основные определения и понятия в области энергосберегающих и экологически мероприятий - методы решения практических задач в условиях профессиональной деятельности в области экозащиты и энерго- и ресурсосбережения на производстве
Уметь:	-выделять необходимые мероприятия в области экологической безопасности и ресурсосбережения для энергетических систем жизнедеятельности - распознавать эффективное решение от неэффективного в области энергетических систем жизнедеятельности -применять знания в области энергетических систем жизнедеятельности в своей профессиональной деятельности
Владеть:	- способами демонстрации умения анализировать ситуацию по экозащите и энерго- и ресурсосбережению на производстве - навыками и методиками решения практических задач по экозащите и энерго- и ресурсосбережению на производстве для своей профессиональной деятельности

4 Структура и содержание дисциплины «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 единицы –108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 65,7 акад. часов;
- аудиторная работа – 64 акад. часов;
- внеаудиторная –1,7 акад. часов
- самостоятельная работа – 42,3 акад. часа.

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
Раздел 1. Понятие об энергетических системах жизнедеятельности человека								
Тема 1.1. Комфортные условия жизнедеятельности человеческого организма	6	6	4/2И	4/2И	7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы [АКР№1]	Текущий контроль успеваемости	ОПК-2–зув
Итого по разделу 1.	6	6	4/2И	4/2И	7			
Раздел 2. Системы обеспечения жизнедеятельности	6							
Тема 2.1. Системы отопления промышленных предприятий:	6	6	4	2/1И	7	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы [АКР№1]	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-2 – зув,
Тема 2.2. Системы вентиляции промышленных предприятий	6	6	4/2И	4/1И	8	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы [АКР№2]	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-2 – зув, ПК -9ув
Тема 2.3. Системы	6	6	4/2И	4/1И	10,3	Самостоятельное изучение	Проверка	ОПК-2

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия				
кондиционирования						учебной и научной литературы [АКРН ₂]	индивидуальных заданий	– зув, ПК -9 ув
Тема 2.4. Системы хозяйственно-питьевого водоснабжения предприятия	6	4		2/1И	5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы [АКРН ₃]	Проверка индивидуальных заданий	ОПК-2 – зув, ПК -9 ув
Тема 2.5. Системы бытового горячего водоснабжения	6	2			5	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы [АКРН ₃ , ИДЗ]	Текущий контроль успеваемости	ОПК-2 – зув, ПК -9 ув
Итого по разделу 2.		24	12/4 И	12/4И	35,3			
Итого по дисциплине		32	16/6 И	16/6И	42,3		Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)	

5 Образовательные и информационные технологии

Для решения предусмотренных видов учебной работы при изучении дисциплины **«Отопление, вентиляция и кондиционирование»** в качестве образовательных технологий используются как традиционные, так и модульно - компетентностные технологии.

Целями образовательных и информационных технологий являются:

- активизирование мышления обучающихся;
- формирование интереса к изучаемому материалу;
- развитие интеллекта и творческих способностей обучающихся.

Лекционный материал закрепляется на лабораторных работах, где применяется совместная деятельность студентов в группе, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы. Для развития и совершенствования коммуникативных способностей студентов организуются практические занятия в виде дискуссий, анализа реальных проблемных ситуаций и междисциплинарных связей из различных областей в контексте решаемой задачи. Передача необходимых теоретических знаний и формирование представлений по курсу происходит с применением мультимедийного оборудования. На занятиях внедряются такие информационные технологии, как использование на занятиях электронных изданий (чтение лекций с использованием слайд-презентаций, электронного курса лекций, графических объектов, видео- аудио- материалов (через Интернет)). Самостоятельная работа стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем в процессе написания рефератов, подготовки к дискуссиям, к контрольным работам и тестированию. Этапы познавательной деятельности студентов предполагают последовательно постановку интересующей их проблемы, выдвижение гипотез при ее решении, выражение решения гипотезы научным языком, а также реализация продукта в виде публичного выступления, доклада или презентации. Корректировки образовательного процесса проходят с использованием обратной связи между преподавателем и обучающимися на консультациях, а также при текущем и промежуточном контроле.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Примерные вопросы аудиторных контрольных работ (АКР)

АКР №1

Что понимают под микроклиматическими условиями?

1. температуру в помещении;
2. Относительную влажность в помещении;
3. Сочетание температура, Относительной влажности и скорости движения воздуха

Третье условие комфортности соответствует положению::

1. параметры внутреннего микроклимата должны быть одинаковыми для всех;
2. параметры внутреннего микроклимата должны соответствовать санитарным нормам;
3. параметры внутреннего микроклимата должны иметь возможность индивидуального регулирования

Рабочее место это:

1. Участок помещения, где рабочий находится все свое рабочее время
2. Участок помещения, где рабочий осуществляет свою трудовую деятельность
3. Вся площадь помещения, где рабочий находится в течение рабочей смены и осуществляет свою трудовую деятельность

К категории работ средней тяжести относятся работы с затратой энергии:

1. < 175 Вт;
2. > 175 Вт;
3. > 290 Вт

Допустимые величины показателей микроклимата устанавливаются по:

1. технологическим требованиям
2. экономически обоснованным причинам
3. технологическим требованиям и экономически обоснованным причинам

- Для расчета микроклимата у промышленных зданий в холодный период, среднесуточная наружная температура принимается:

1. 10°C ;
2. 8°C ;
3. 0°C

Для расчета микроклимата у жилых и общественных зданий в холодный период года среднесуточная наружная температура принимается:

1. 10°C ;
2. 8°C ;
3. 0°C

- В холодный период года оптимальная температура воздуха для тяжелой работы составляет:

1. 20—23 °C;
2. 17—20 °C;
3. 16- 18 °C

- К какой категории работ относится работа, связанная с ходьбой, переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающаяся умеренным физическим напряжением?

1. к категории легких работ;
2. к категории тяжелых работ;
3. к категории средней тяжести работ.

- Оптимальная относительная влажность согласно санитарным нормам составляет:

1. 20-30% ;
2. 40-60% ;
3. 70-80%

- Для создания благоприятных условий воздушной среды в помещениях воздухообмен на одного человека должен быть:

1. 20-60 м³/ч;
2. 30-70 м³/ч;
3. 40-80 м³/ч

- Для создания благоприятных условий воздушной среды в помещениях концентрация углекислого газа не должна превышать

1. 2% ;
2. 3%;
3. 1%

- Какой путь поступления вредных веществ в организм человека наиболее опасен?

1. через неповрежденные кожные покровы;
2. через слизистые оболочки;
3. через органы дыхания

- Избытком явной теплоты называется:

1. Избыточная теплота;
2. Вся поступившая теплота;
3. Разность между суммарными поступлениями явной теплоты и суммарными теплопотерями в помещении.

- Незначительная интенсивность тепловыделений помещения:

1. $< 23 \text{ Вт/м}^3$;
2. $> 23 \text{ Вт/м}^3$;
3. 23 Вт/м^3

АКР№2

- Коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхностях ограждений α_B составляет:

1. $5,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$;
2. $8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$;
3. $23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$

- Сопротивлений теплопередаче для оконных конструкций максимально для:

1. Одинарного остекления с утеплителем;
2. Двойного остекления;
3. Тройного остекления

- Сопротивлений теплопередаче для наружных ограждений должно составлять:

1. $0,5 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$;
2. $2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$;
3. $4 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C)/Вт}$

- Расчетная температура наружного воздуха $t_{н}^{тн}$ отопления для г. Магнитогорска составляет:

1. $t_{н}^{тн} = -34 \text{ } ^\circ\text{C}$;
2. $t_{н}^{тн} = -30 \text{ } ^\circ\text{C}$;
3. $t_{н}^{тн} = -28 \text{ } ^\circ\text{C}$

- Водяные системы отопления имеют перед другими (паровыми, воздушными, радиационными) ряд преимуществ:

1. Большая теплоемкость воды как теплоносителя;
2. Меньшее значение вязкости теплоносителя;
3. Меньшая скорость движения теплоносителя

- Естественная вентиляция подразумевает:

1. Использование оборудования и приборов, позволяющих перемещать воздух;
2. Перемещение воздуха вследствие разности температур;
3. Перемещение воздуха из- за ветра

- Приточная система вентиляции служит для:

1. Удаления из помещения загрязненного воздуха;
2. Подачи свежего воздуха в помещение;
3. Удаления из помещения нагретого воздуха

- Местная вытяжная вентиляция предназначена для:

1. удаления вредных веществ непосредственно у мест их выделения;
2. удаления вредных веществ из всего помещения;
3. удаления вредных веществ в особых случаях

- Расход приточного воздуха L , м³/ч определяют:

1. Для теплого, холодного периодов;
2. Для переходного периода;
3. Для теплого, холодного и переходного периода;

- Сплит система –это:

1. Двухкамерный холодильник;
2. Двухкамерный кондиционер;
3. Двухблочный фен

- Для того, чтобы жидкость закипела при низкой температуре необходимо:

1. Повысить давление;
2. Понизить давление;
3. Поддерживать постоянное давление

АКР№3

- Адиабатный метод увлажнения воздуха происходит при:

1. $h = \text{const}$;
2. $t = \text{const}$;
3. $P = \text{const}$

- Угловой коэффициент изменения состояния - это:

1. $\epsilon = \Delta h / \Delta t$;
2. $\epsilon = \Delta d / \Delta h$;
3. $\epsilon = \Delta h / \Delta d$

- К хозяйственно- питьевому водоснабжению не относится:

1. Использование воды для помывки работающих на предприятиях в душевых и умывальных установках;
2. Использование воды для охлаждения промышленных агрегатов;
3. Использование воды для полива зеленых насаждений

- **Жесткость воды** обуславливается содержанием солей:

1. Кальция и натрия;
2. Натрия и марганца;
3. Кальция и магния

- В хозяйственно-питьевой воде содержание железа должно быть:

1. 1.3 мг/л;
2. 0.3 мг/л;
3. 0 мг/л.

- Обратное водоснабжение - это:

1. Производственный водопровод, когда вода после использования напрямую сбрасывается в канализацию;
2. Вода, использованная в технологии одного цеха, не сбрасывается сразу в канализацию, а используется на другие технологические нужды, по цепочке;
3. Обратное водоснабжение. Вода подаётся из местного очистного сооружения на производственно-технологические нужды по трубопроводу, используется и уходит обратно в очистное сооружение по трубопроводу

- Закрытая система горячего водопровода – это когда:

1. Воду берут из обратного трубопровода теплосети непосредственно, напрямую;
2. Вода нагревается с помощью водонагревателей-теплообменников (бойлеров);
3. Нагрев воды водогрейной колонкой

- Для коагуляции воды используют химический реагент:

1. $Al_2(SO_4)_3$
2. $Na_2(SO_4)$
3. $Ca(SO_4)$

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ)

1. Необходимые и достаточные условия комфортности промышленных помещений.
2. Регулирование параметров внутреннего микроклимата промышленных помещений.
3. Современные энергосберегающие наружные ограждения зданий.
4. Уменьшение теплопотерь промышленных зданий.
5. Тепловыделения промышленных зданий.
6. Современные виды отопления. Инфракрасное отопление. Теплые полы.
7. Значение систем вентиляции для промышленных зданий и сооружений.
8. Кондиционирование – дополнительный комфорт или необходимость?
9. Нормы потребления горячего водоснабжения и энергосберегающие технологии.
10. Качество воды питьевого водоснабжения. Современные способы очистки питьевой воды.

Перечень контрольных вопросов по разделам учебной программы

Что понимается под комфортными условиями жизнедеятельности человеческого организма?

Назовите три фактора комфортных условий

Что понимается под оптимальными и допустимыми показателями микроклимата?

Назовите легкие, средние, тяжелые условия труда. По каким параметрам они отличаются?

Что такое производственное помещение и рабочее место в нем?

Что такое радиационная температура помещения t_R ?

Каковы основные параметры внутреннего микроклимата помещения?

От каких факторов нормируются параметры внутреннего воздуха в промышленных зданиях?

Какими нормируемыми показателями должны обладать ограждения зданий?

Что понимается под приведенным сопротивлением теплопередаче R_0 ?

Что понимается под воздухопроницаемостью ограждений зданий?

Что такое инфильтрация и эксфильтрация?

Какова допустимая воздухопроницаемость для ограждающих конструкций стен производственных помещений?

Что понимается под паропроницаемостью ограждающих конструкций?

Перечислите основные факторы, влияющие на потери теплоты в помещениях

Что является источниками выделения теплоты в производственных помещениях?

Что понимается под тепловым балансом помещения, перечислите возможные варианты тепловых балансов помещения?

От каких источников может осуществляться теплоснабжение зданий?

Какие факторы влияют на выбор системы отопления?

Какие виды систем отопления Вам известны?

В чем преимущество и недостатки водяных систем отопления?

Особенности паровых и воздушных систем отопления?

Что понимается под вентиляцией?

Из каких элементов состоит простейшая вентиляционная система?

Какие виды вентиляционных систем Вам известны?

Что понимается под воздухообменом для промышленных зданий?

По каким факторам рассчитывается расход приточного воздуха L ?

Как осуществляется подогрев приточного воздуха в холодный период года?

Как осуществляется очистка приточного и удаляемого воздуха?

Как происходит утилизация теплоты вентиляционных выбросов?

Что называется процессом кондиционирования?

Какое основное оборудование входит в систему кондиционирования?

Классификация систем кондиционирования воздуха.

Принципиальная схема кондиционера.

Как определить параметры влажного воздуха в $h - d$ диаграмме?

Построение процесса кондиционирования в $h - d$ диаграмме

Классификация внутренних водопроводов промышленных зданий

Каково назначение системы хозяйственно-питьевого водоснабжения предприятия?

Каковы основные требования к качеству и параметрам воды?

Что такое водомерный узел, его компоненты?

Каковы основные элементы хозяйственно-питьевого водопровода?

Методы определения потребности в хозяйственно-питьевой воде?

Классификация производственного водопровода по использованию воды.

Классификация горячего водопровода ТЗ-Т4 по расположению источника тепла

Какие способы обработки и очистки и системы бытового горячего водоснабжения Вам известны?

Основные параметры систем бытового горячего водоснабжения?

Методы определения потребности предприятия в воде для бытового горячего водоснабжения?

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации - зачет с оценкой

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК 2- способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования		
Знать	- основные определения и понятия в области естественнонаучных дисциплин, методы решения типовых задач по известным алгоритмам и правилам.	<i>Перечень теоретических вопросов к зачету:</i> 1. Гигиенические требования к микроклимату помещений 2. Системы отопления промышленных предприятий 3. Использование тепловых насосов в системах теплоснабжения 4. Потери тепла через ограждения цехов; инфильтрация наружного воздуха 5. Внутренние тепловыделения; тепловые балансы производственных помещений 6. Системы вентиляции промышленных предприятий 7. Определение необходимого воздухообмена 8. Утилизация тепла вентиляционных выбросов 9. Очистка приточного и удаляемого воздуха 10. Конструкции и методы расчета основного оборудования систем вентиляции 11. Схемы систем кондиционирования 12. Режимы работы, методы расчета систем кондиционирования 13. Основы расчета основного оборудования систем кондиционирования 14. Потребности предприятия в воде для горячего водоснабжения 15. Методы расчета и подбора оборудования систем ГВС
Уметь	- объяснять типичные модели задач в области безопасности энергетических систем жизнедеятельности - распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач в области безопасности энергетических систем жизнедеятельности	1. Фактическое теплотребление системой горячего водоснабжения жилого здания, выявленное по результатам инструментального энергоаудита, составляет 120 кВт. Оцените потенциал энергосбережения, если расчетное количество потребителей горячей воды равно $m = 100$ человек. Температура горячей воды 55 °С. Температура холодной во-допроводной воды в отопительный период 5°С, в летний 15 °С. Порядок выполнения:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		· Определить среднесуточный расход теплоты на горячее водоснабжение в отопительный период. · Определить нагрузку на горячее водоснабжение в отопительный период. · Определить среднюю за отопительный период нагрузку. · Определить расчетную максимальную тепловую нагрузку на горячее водоснабжение. · Определить потенциал энергосбережения как разность фактической и расчетной тепловых нагрузок. 2. Определить экономию тепловой энергии при нанесении изоляции на паропровод диаметром 108×4 длиной 10 м, работающий непрерывно в течение года. Температура теплоносителя 150 °С. Паропровод проложен в помещении, в котором температура +25 °С и скорость потока воздуха $w = 2$ м/с. Толщина изоляции обеспечивает температуру на ее поверхности 35 °С. Порядок выполнения: · Определить суммарный коэффициент теплоотдачи от трубопровода к наружному воздуху. · Определить потери теплоты неизолированным трубопроводом. · Определить потери теплоты изолированным трубопроводом. · Определить экономию тепловой энергии как разницу между потерями неизолированного и изолированного трубопровода. 3. Давление пара в тепловой сети составляет 2,1 ата. Объем пара равен 1,073 м³/кг. Определить часовой расход насыщенного водяного пара через неплотности в паро-проводе, если суммарная площадь отверстий $s = 15$ мм². Порядок выполнения: · Перевести давление из ата в Мн/м². · Определить плотность пара. · Определить утечки пара за 1 час.
Владеть	основными методами математического анализа и моделирования в области	Для оценки текущей позиции компетенции применяются лабораторные стенды по дисциплине «Энергетические системы обеспечения жизнедеятельности».

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	безопасности энергетических систем жизнедеятельности - способами демонстрации умения анализировать способы теоретического и экспериментального исследования в области данной дисциплины -возможностью междисциплинарного применения знаний в профессиональной деятельности	Выполняется расчет, обобщение экспериментальных данных и получение зависимостей с применением соответствующего математического аппарата. Пример: ТЕПЛООБМЕН ЧЕЛОВЕКА В ПОМЕЩЕНИИ 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ 1. Подтвердить экспериментальным путем расчетные зависимости теплообмена человека в замкнутых помещениях 2. ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 1. Термометр для измерения температуры окружающего воздуха в помещении. 2. Медицинский термометр для измерения температуры человеческого организма. 3. Психрометр для измерения относительной влажности окружающего воздуха. 4. Напольные весы для измерения массы человека. 5. Рулетка для измерения определения роста человека. 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 3.1. Микроклимат в помещении и его влияние на самочувствие человека Большую часть своей жизни человек проводит в помещении: дома, на работе, в транспорте. Основным назначением помещения является защита человека от воздействия внешних климатических воздействий. При этом здоровье, самочувствие и работоспособность в значительной мере определяются состоянием теплового комфорта помещения. Требования теплового комфорта являются определяющими при выборе ограждающих конструкций зданий, систем отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха. Фактическое изучение терморегуляции и биоэнергетики началось в конце XVIII века, когда Лавуазье и Лаплас обнаружили у животных непрерывное выделение тепла. Теперь хорошо известно, что ни одно явление в живом организме не происходит без выделения тепла.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Тепло непрерывно образуется во всех клетках живого организма при обмене веществ. Энергия пищевых веществ, в конечном счете, переходит в тепловую. Участие различных тканей и органов в общей теплопродукции организма определяется их массой и интенсивностью обмена. В покое около 50% всего тепла образуется в органах брюшной полости (главным образом в печени), 20% – в скелетных мышцах, 20% – в центральной нервной системе и около 10% при работе органов дыхания и кровообращения. Распределение тепла в теле неравномерно и постоянную температуру (у человека порядка 37,5 °С с суточными колебаниями в пределах 1 °С) имеют лишь органы брюшной полости, мозг, сердце, кровь в крупных артериях и мышцы, расположенные в глубине тела. Температура периферических тканей (кожа, подкожная клетчатка, значительная часть скелетной мускулатуры) значительно ниже и колеблется в широких пределах. Терморегуляция – это физиологическая функция, обеспечивающая поддержание постоянства температуры внутренней среды организма посредством регулирования интенсивности его теплообмена с внешней средой в постоянно меняющихся условиях. Процессы регулирования тепловыделений осуществляются тремя способами: биохимическим путем, путем изменения интенсивности кровообращения и путем изменения интенсивности потовыделения. Терморегуляция биохимическим путем заключается в изменении интенсивности происходящих в организме окислительных процессов. Терморегуляция путем изменения интенсивности кровообращения заключается в способности организма регулировать подачу крови (которая является в данном случае теплоносителем) от внутренних органов к поверхности тела путем сужения или расширения кровеносных сосудов. Терморегуляция путем изменения интенсивности потовыделения заключается в изменении процесса теплоотдачи за счет испарения влаги. Как правило, терморегуляция организма осуществляется одновременно всеми способами.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Параметры микроклимата воздушной среды, которые обуславливают оптимальный обмен веществ в организме, и при которых нет неприятных ощущений и напряженности системы терморегуляции, называются комфортными или оптимальными. Зона, в которой окружающая среда полностью отводит теплоту, выделяемую организмом, и нет напряжения системы терморегуляции, называется зоной комфорта. Условия, при которых нормальное тепловое состояние человека нарушается, называются дискомфортными. При незначительной напряженности системы терморегуляции и небольшой дискомфорта метеорологические условия считаются допустимыми. Существуют условия, при выполнении которых параметры микроклимата считаются комфортными: 1. <i>Первое условие комфортности</i> определяет такое сочетание температуры внутреннего воздуха и радиационной температуры помещения, когда человек, находясь в центре рабочей зоны, не испытывает ни перегрева, ни переохлаждения. 2. <i>Второе условие комфортности</i> определяет допустимые температуры нагретых и охлажденных поверхностей при нахождении человека в непосредственной близости от них. 3. <i>Третье условие комфортности</i> определяет параметры микроклимата помещения, которые должны иметь возможность индивидуального регулирования с целью соответствия субъективным ощущениям комфорта потербителя. Непосредственным измерением трудно установить количество теплоты, отдаваемой человеком. Поэтому об интенсивности общей теплоотдачи судят по косвенным показателям – значениям эффективной и эквивалентно-эффективной температуры, которые характеризуют пребывание в зоне комфорта, где терморегуляция обеспечивается организмом легко, или за пределами этой зоны, когда для нормальной терморегуляции организм человека преодолевает большие нагрузки.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Эффективной называется температура воздуха, ощущаемая человеком при определенной относительной влажности воздуха и при отсутствии движения его в помещении. Эффективно-эквивалентной называется температура воздуха, ощущаемая человеком при определенной относительной влажности воздуха и определенной скорости его движения. Параметры микроклимата оказывают непосредственное влияние на тепловое состояние человека. Например, переносимость человеком температуры в значительной мере зависит от влажности и скорости окружающего воздуха. Чем больше относительная влажность, тем меньше испаряется пота в единицу времени и тем быстрее наступает перегрев тела. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность при температурах окружающего воздуха более 30 °С, так как при этом почти вся выделяемая теплота отдается в окружающую среду при испарении пота. При повышении влажности пот не испаряется, а стекает каплями с поверхности кожного покрова. Возникает так называемое «проливное течение» пота, изнуряющее организм и не обеспечивающее необходимую теплоотдачу. Недостаточная влажность приводит к интенсивному испарению влаги со слизистых оболочек, их пересыханию и растрескиванию, а затем и к загрязнению болезнетворными микробами. Поэтому, при длительном пребывании людей в закрытых помещениях, рекомендуется ограничиваться относительной влажностью 30 – 70 %. При обильном потовыделении масса организма человека уменьшается. Считается, что снижение массы человека на 2 – 3 % путем испарения влаги приводит к обезвоживанию организма. Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей. Для восстановления водного баланса работающих в горячих цехах устанавливают пункты подпитки подсоленной газированной водой. Длительное воздействие высокой температуры особенно с повышенной

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		влажностью может привести к значительному накоплению теплоты в организме и развитию перегревания организма выше допустимого уровня – гипертермии. Производственные процессы, выполняемые при пониженной температуре, большой подвижности и влажности воздуха, могут быть причиной охлаждения и даже переохлаждения организма – гипотермии. Параметры микроклимата оказывают существенное влияние на производительность труда. В горячих цехах промышленных предприятий большинство технологических процессов протекают при температурах, значительно превышающих температуру воздуха окружающей среды. Нагретые поверхности излучают в пространство потоки лучистой энергии, которые могут привести к отрицательным последствиям. При температуре до 500 °С с нагретой поверхности излучаются тепловые (инфракрасные) лучи, а при более высоких температурах наряду с возрастанием инфракрасного излучения появляются видимые световые и ультрафиолетовые лучи. Под влиянием теплового облучения в организме происходят биохимические сдвиги, уменьшается кислородная насыщенность крови, понижается венозное давление, замедляется кровоток и, как следствие, наступает нарушение деятельности сердечнососудистой и нервной систем. По характеру воздействия на организм человека инфракрасные лучи подразделяют на коротковолновые и длинноволновые. Тепловые излучения коротковолнового диапазона глубоко проникают в ткани и разогревают их, вызывая быструю утомляемость, понижение внимания, усиленное потовыделение, а при длительном облучении – тепловой удар. Длинноволновые лучи глубоко в ткани не проникают и поглощаются в основном в эпидермисе кожи. Они могут вызывать ожоги кожи и глаз (катаракта глаза). Методы снижения неблагоприятного влияния производственного микроклимата регламентируются «Гигиеническими требованиями к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту. СП 2.2.2.1327-03», утвержденными Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 23 мая 2003 г., и осуществляются в

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		виде комплекса технологических, санитарно-технических, организационных и медико-профилактических мероприятий. Ведущая роль в профилактике вредного влияния высоких температур и инфракрасного излучения принадлежит технологическим мероприятиям: замена старых и внедрение новых технологических процессов и оборудования; внедрение автоматизации и комплексной механизации. К группе санитарно-технических мероприятий относится применение коллективных средств защиты: локализация тепловыделений, теплоизоляция горячих поверхностей, экранирование источников или рабочих мест; воздушное душирование, радиационное охлаждение, мелкодисперсное распыление воды; общеобменная вентиляция или кондиционирование воздуха. 3.2. Теплообмен человека с окружающей средой Создание оптимально комфортных условий для промышленных и административных зданий представляет собой важную задачу, от решения которой зависит нормальная жизнедеятельность населения страны. Протекающие в организме человека метаболические связаны с выделением энергии в виде теплоты и полезной работы мышц и зависят от следующих факторов: объема помещения, приходящегося на одного человека, степени тяжести выполняемого труда и количества потребленного кислорода. Известным исследователем параметров комфорта Оле Фангером предложена формула теплового равновесия между человеком и окружающей средой: $M = W + Q_{\delta} + Q_{\kappa}, \quad (1)$ где M – количество тепла, вырабатываемое организмом, Вт/м²; W – объем произведенной механической работы, Вт/м²; Q_{δ} – общее количество тепла, выделяемое при дыхании, Вт/м²; Q_{κ} – общее количество тепла, отводимое через кожу, Вт/м². Процесс теплообмена между организмом и внешней средой состоит из переноса тепла от внутренних областей тела к поверхностному слою и переноса тепла от поверхности тела в окружающее пространство.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Существуют два пути передачи тепла от внутренних органов к периферическим тканям: прямая теплопроводность и тепломассоперенос кровью. Важно отметить, если теплопроводность зависит от состава и плотности тканей и не поддается физиологической регуляции, то тепломассоперенос кровью, напротив, является важнейшей физиологически регулируемой величиной. Она зависит от объемной и линейной скоростей кровотока в сосудах, его направления, от температурной разности между тканями и кровью, от калибра кровеносных сосудов, где совершается теплообмен. Теплоотдача с поверхности тела (кожа и слизистые оболочки) осуществляется теплопроводностью, конвекцией, радиацией (тепловым излучением) и испарением. Так, у человека в условиях температурного комфорта, т. е. при температуре окружающего воздуха 20 °С и относительной влажности 40 – 60 %, излучением отводится около 50 %, конвекцией – до 25 %, испарением – до 25 %. Теплопроводность – это молекулярный перенос теплоты в телах, обусловленный разностью температур на границе рассматриваемых тел. Таким образом, для человека в помещении теплопроводность – это передача теплоты от внутренних органов к поверхностному покрову кожи человека. Передача теплоты теплопроводностью описывается законом Фурье, Вт: $q = \frac{\lambda}{\delta} \cdot (t_{n0} - t_{вп}) \cdot F, \quad (2)$ где q – плотность теплового потока, проходящего через плоскую стенку (в данном случае – тело человека) путем теплопроводности, Вт; λ – коэффициент теплопроводности, характеризующий количество теплоты, переданное через единицу поверхности в единицу времени при градиенте температур в один градус на 1 метр толщины стенки (в данном случае – на 1 метр толщины тела человека), Вт/(м·°С); δ – толщина тела человека, м; t_{n0} – температура органов брюшной полости, °С. Принимается равной 37,5 °С;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$t_{\text{тП}}$ – температура поверхности тела, °С. Принимается равной 33 – 34 °С в зависимости от метаболизма человека; F – поверхность кожи тела человека, участвующая в теплообмене теплопроводностью, м². Рассчитывается в зависимости от пола и возраста человека. Отношение $\frac{\lambda}{\delta}$ называется тепловой проводимостью стенки, Вт/(м²·град). Отношение $\frac{\delta}{\lambda} = R$ называется внутренним тепловым сопротивлением стенки, (м²·град)/Вт. Конвекция – это процесс непосредственной отдачи тепла открытыми поверхностями от тела к воздуху окружающей среды. Для человека в состоянии покоя конвекция осуществляется свободным (естественным) путем. Передача теплоты конвекцией описывается законом Ньютона-Рихмана, Вт: $q = \alpha \cdot (t_{\text{тП}} - t_0) \cdot F, \quad (3)$ где α – коэффициент теплоотдачи от стенок наружных поверхностей к воздуху помещения, Вт/(м²·°С); $t_{\text{тП}}$ – температура поверхности тела, °С. Принимается равной 33 – 34 °С в зависимости от метаболизма человека; t_0 – температура окружающего воздуха, °С; F – поверхность кожи тела человека, участвующая в теплоотдаче конвекцией, м². Для вертикальной поверхности: $\alpha = 1,66 \cdot \sqrt[3]{t_{\text{тП}} - t_0} \quad (4)$ Для горизонтальной поверхности: $\alpha = 1,86 \cdot \sqrt[3]{t_{\text{тП}} - t_0} \quad (5)$ Тепловое излучение – это отдача тепла от поверхности тела в направлении поверхностей, имеющих более низкую температуру.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Передача теплоты тепловым излучением описывается законом Стефана-Больцмана, Вт: $q = \varepsilon \cdot C_0 \cdot F \cdot \left[\left(\frac{T_{\text{ср}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_0}{100} \right)^4 \right], \quad (6)$ где ε – степень черноты серого тела. Ориентировочный расчет можно произвести, принимая для тела человека $\varepsilon = 0,8$; C_0 – коэффициент излучения абсолютно черного тела, $C_0 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$; F – поверхность кожи тела человека, участвующая в теплообмене излучением, м^2. Испарение – основной путь отдачи тепла организмом при повышенной температуре, особенно в том случае, когда температура окружающей среды приближается к температуре тела человека. Это отвод из организма ненужного ему тепла. Испарение влаги с поверхности тела человека осуществляется за счет разности парциальных давлений водяных паров в насыщенном парами слое у поверхности тела и в воздухе помещения. Теплоотдача испарением будет тем больше, чем ниже значение относительной влажности воздуха при данной температуре в помещении. Теплоотдача конвекцией и радиацией пропорциональна величине внешнего температурного градиента (т. е. разности температуры среды и кожной поверхности), сокращается с его уменьшением и прекращается при падении градиента до нуля. Так как средняя температура кожи человека в норме около 33°C, при повышении температуры среды до $35 - 36^\circ\text{C}$ и выше отдача тепла возможна лишь путем испарения. Для теплообмена, кроме температуры воздуха имеют значение его движение и влажность. Так, движение воздуха в зоне умеренных и низких температур резко ускоряет испарение пота. Высокая влажность воздуха при умеренных и низких температурах увеличивает его теплопроводность и усиливает теплоотдачу конвекцией и радиацией; при высокой температуре, напротив, затрудняя испарение пота, резко сокращает

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		величину теплоотдачи. Температурная зона наименьшего напряжения терморегуляционных реакций для обнаженного человека составляет 28 – 30 °С, для легко одетого – 22 – 25 °С. Уравновешивание теплового баланса в зоне более высоких температур осуществляется механизмами, регулирующими интенсивность теплоотдачи (физическая терморегуляция). Повышение теплоотдачи конвекцией и радиацией достигается расширением периферических сосудов и увеличением транспорта тепла кровью из центральных областей тела к периферии. В зоне низких температур теплоотдача уменьшается за счет прекращения потоотделения и сужения кровеносных сосудов поверхности тела, снижающих температуру кожи и теплоотдачу конвекцией и радиацией. Одновременно включаются механизмы химической терморегуляции, вызывающие терморегуляторный прирост теплопродукции, достигающий при резком охлаждении 200 – 250 % нормального уровня основного обмена. Сначала это связано с неощутимым повышением тонуса скелетной мускулатуры, позднее появляется мышечная дрожь – сначала в жевательных мышцах и мышцах плечевого пояса и спины, затем – в нижних конечностях. Активная мышечная деятельность не относится к механизмам химической терморегуляции, но сопровождающий ее прирост теплопродукции может способствовать сохранению температурного гомеостаза в условиях охлаждения. Человек издревле обитает в различных районах нашей планеты, температурные различия между которыми значительны. Ежегодные и даже ежесуточные температурные перепады так же могут быть очень велики и составлять соответственно 50 – 60 °С и 10 – 20 °С. Следовательно, проблемы защиты от внешних температурных воздействий и физиологической адаптации к ним является весьма актуальной. 4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ 1. Произвести измерения массы и роста участника эксперимента. 2. Измерить медицинским термометром температуру организма участника эксперимента.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства															
		3. Определить параметры окружающей среды в помещении, измерив температуру и относительную влажность воздуха в помещении. 2. Внести результаты измерений в журнал наблюдений (таблица 1). Таблица 1 Журнал наблюдений <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>Показатели</th><th>Значения</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Физиологические параметры</td><td>Масса тела человека М, кг</td><td></td></tr> <tr> <td>Рост тела человека П, м</td><td></td></tr> <tr> <td>Температура поверхности тела человека t_n, °С</td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="2">Параметры микроклимата</td><td>Температура воздуха в помещении $t_в$, °С</td><td></td></tr> <tr> <td>Влажность воздуха в помещении, %</td><td></td></tr> </tbody> </table> 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ 1. Определить площадь поверхности тела участника эксперимента, м²: $S = 0,203 \cdot M^{0,425} \cdot P^{0,725}, \quad (1)$ где S – площадь поверхности тела участника эксперимента, м²; M – масса тела участника эксперимента, кг; P – рост тела участника эксперимента, м. 2. Определить среднюю температуру окружающих внутренних поверхностей помещения, °С: $t_c = 27,7 - 0,507 \cdot t_в, \quad (2)$ где $t_в$ – температура воздуха в помещении, °С. 3. Определить потери тепла излучением по эмпирической формуле Витте, Вт: $Q_{изл} = 6,5 \cdot S \cdot (t_n - t_c), \quad (3)$ где S – площадь поверхности тела участника эксперимента, м²; t_n – температура поверхности тела, °С;		Показатели	Значения	Физиологические параметры	Масса тела человека М, кг		Рост тела человека П, м		Температура поверхности тела человека t_n , °С		Параметры микроклимата	Температура воздуха в помещении $t_в$, °С		Влажность воздуха в помещении, %	
	Показатели	Значения															
Физиологические параметры	Масса тела человека М, кг																
	Рост тела человека П, м																
	Температура поверхности тела человека t_n , °С																
Параметры микроклимата	Температура воздуха в помещении $t_в$, °С																
	Влажность воздуха в помещении, %																

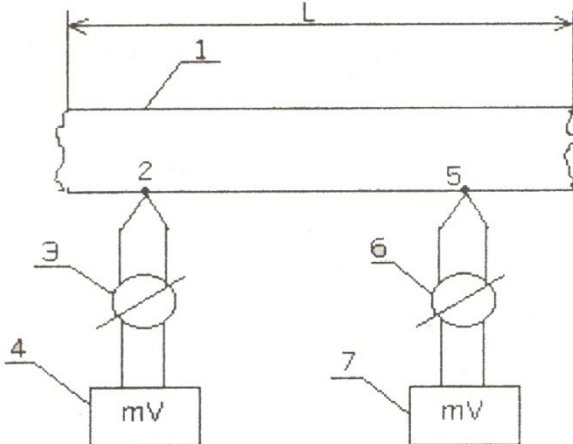
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства														
		t_c – средняя температура окружающих внутренних поверхностей помещения, °С. 4. Определить потери тепла человеческим организмом конвекцией по эмпирической формуле Витте, Вт: $Q_{конв} = 7 \cdot (0,5 + v^{0,5}) \cdot S \cdot (t_n - t_{\text{в}}), \tag{4}$ где v – скорость движения воздуха для практически неподвижного воздуха, это значение можно принять равным 0,05 м/с, для жилых помещений – 0,15 – 0,25 м/с; t_n – температура поверхности тела, °С; $t_{\text{в}}$ – температура воздуха в помещении, °С. 5. Определить потери тепла организмом человека за счет испарения, Вт: $Q_{испар} = r \cdot W, \tag{5}$ где r – коэффициент скрытой теплоты парообразования, $r = 2,450$ кДж/г; W – количество испаряющейся влаги, г/с. $W = \frac{0,6 + a \cdot (t_{\text{в}} - 10)^2}{60}, \tag{6}$ где a – коэффициент, определяемый в зависимости от температуры воздуха (таблица 2): Таблица 2 Зависимость коэффициента a от температуры воздуха <table><tr><td>Температура, °С</td><td>18</td><td>20</td><td>22</td><td>24</td><td>26</td><td>28</td></tr><tr><td>Коэффициент a</td><td>0,0022</td><td>0,0024</td><td>0,0027</td><td>0,0031</td><td>0,0035</td><td>0,0040</td></tr></table> 6. Для сравнения полученных результатов рассчитать потери тепла конвекцией и тепловым излучением по формулам теплообмена 7. Определить суммарные потери тепла излучением и конвекцией. Сравнить полученное значение выделений тепла и влаги в зависимости от степени тяжести труда с табличными значениями (приложение 1). Сделать выводы.	Температура, °С	18	20	22	24	26	28	Коэффициент a	0,0022	0,0024	0,0027	0,0031	0,0035	0,0040
Температура, °С	18	20	22	24	26	28										
Коэффициент a	0,0022	0,0024	0,0027	0,0031	0,0035	0,0040										

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																												
		6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Какие параметры внутреннего микроклимата помещения называются комфортными? 2. Влияние параметров микроклимата помещения на самочувствие человека. 3. Что такое терморегуляция? 4. Основные законы теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. 5. Что такое испарение? ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Выделение тепла, влаги и CO₂ одним человеком <table><tr><th rowspan="2">Условия выделения вредностей</th><th rowspan="2">Температура воздуха в помещений, °C</th><th colspan="3">Тепловыделения, Вт</th><th rowspan="2">Влаговыведение, г/ч</th><th rowspan="2">Выделение , г/ч</th></tr><tr><th>Явное тепло</th><th>Скрытое тепло</th><th>Общее количество тепла</th></tr><tr><td rowspan="5">Люди в состоянии покоя (театры, клубы, залы собраний и т.д.)</td><td>15</td><td>85</td><td>40</td><td>125</td><td>40</td><td rowspan="5">0</td></tr><tr><td>20</td><td>70</td><td>35</td><td>105</td><td>45</td></tr><tr><td>25</td><td>50</td><td>30</td><td>80</td><td>50</td></tr><tr><td>30</td><td>30</td><td>50</td><td>80</td><td>80</td></tr><tr><td>35</td><td>–</td><td>–</td><td>–</td><td>130</td></tr><tr><td>При спокойной работе</td><td>15</td><td>100</td><td>35</td><td>135</td><td>55</td><td>3</td></tr></table>	Условия выделения вредностей	Температура воздуха в помещений, °C	Тепловыделения, Вт			Влаговыведение, г/ч	Выделение , г/ч	Явное тепло	Скрытое тепло	Общее количество тепла	Люди в состоянии покоя (театры, клубы, залы собраний и т.д.)	15	85	40	125	40	0	20	70	35	105	45	25	50	30	80	50	30	30	50	80	80	35	–	–	–	130	При спокойной работе	15	100	35	135	55	3
Условия выделения вредностей	Температура воздуха в помещений, °C	Тепловыделения, Вт			Влаговыведение, г/ч	Выделение , г/ч																																								
		Явное тепло	Скрытое тепло	Общее количество тепла																																										
Люди в состоянии покоя (театры, клубы, залы собраний и т.д.)	15	85	40	125	40	0																																								
	20	70	35	105	45																																									
	25	50	30	80	50																																									
	30	30	50	80	80																																									
	35	–	–	–	130																																									
При спокойной работе	15	100	35	135	55	3																																								

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Что понимается под тепловым балансом помещения, перечислите возможные варианты тепловых балансов помещения? От каких источников может осуществляться теплоснабжение зданий? Какие факторы влияют на выбор системы отопления? Какие виды систем отопления Вам известны? В чем преимущество и недостатки водяных систем отопления? Особенности паровых и воздушных систем отопления?
Уметь	- объяснять типичные модели задач в области безопасности энергетических систем жизнедеятельности - распознавать эффективное решение от неэффективного, при решении задач в области безопасности энергетических систем жизнедеятельности	Задача 1. Уголь, используемый для сжигания в ТЭС, имеет энергетическое содержание 24 кДж/г. Нормативные документы ограничивают выброс двуокиси серы до 260 г (130 г элементарной серы), а макрочастиц до 13 г на миллион кДж выходной теплоты. ТЭС сжигает топливо с содержанием 2% серы и 10% шлаков. Около 70% шлака улетучивается в виде пепла и 30% осаждается в виде золы. Эффективность ТЭС – 33,3%. Найти допустимый выброс серы и частиц на 1 кВт·ч производимой ТЭС энергии. Какова должна быть эффективность улавливания серы и частиц (все они состоят из пепла), чтобы соответствовать предъявляемым требованиям по допустимому выбросу? Задача 2. Турбина гидроэлектростанции расположена на 200 м ниже уровня воды в водохранилище. Скорость воды после прохождения турбины 30 м/с. Какая часть энергии воды передана турбине, если пренебречь потерями на трение в подводящем канале? Задача 3. При производстве 1 кВт·ч электроэнергии на современной АЭС тепловые отходы в воду, используемую для охлаждения, составляют 1900 ккал. Приняв для местности с умеренным климатом охлаждающую способность воды, равной 10 ккал/(м²·ч), оценить площадь водной поверхности, требуемую для рассеяния теплоты от АЭС мощностью 1000 МВт только за счет охлаждающей способности воды.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Владеть	- основными методами математического анализа и моделирования в области безопасности энергетических систем жизнедеятельности - способами демонстрации умения анализировать способы теоретического и экспериментального исследования в области данной дисциплины -возможностью междисциплинарного применения знаний в профессиональной деятельности	Для оценки текущей позиции компетенции применяются лабораторные стенды по дисциплине «Энергетические системы обеспечения жизнедеятельности». Выполняется расчет, обобщение экспериментальных данных и получение зависимостей с применением соответствующего математического аппарата. Пример: ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОДЫ НА УЧАСТКЕ ПО ТЕПЛОВЫМ ПОТЕРЯМ ТРУБОПРОВОДА 1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ 1. Определить расход воды на участке трубопровода действующей системы отопления. 2. Исследовать закономерность изменения среднего коэффициента теплопередачи горизонтальной трубы в свободном потоке воды от температурного напора в интервале от 50 до 150 °С. 2. ИСПОЛЬЗУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 1. Участок горизонтального трубопровода действующей системы отопления. 2. Милливольтметр. 3.Термопары хромель-алюмелевые. 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ Задача по определению расходов воды на отдельных участках трубопроводов систем центрального отопления сложна в связи с тем, что величины расходов на этих участках невелики. Общепринятые методы определения расходов – скоростной, дроссельный и весовой – требуют вскрытия трубопроводов и введения в поток жидкости инструментов, которые будут нарушать гидравлический режим системы и тем самым исказить данные о расходах жидкости на участке [1]. Одним из наиболее простых методов определения малых расходов при малых скоростях движения жидкости является метод определения расхода по тепловым потерям трубопровода, по которому протекает теплоноситель [2]. Этот метод определяется известным уравнением:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		$Q = G \cdot c \cdot \Delta t, \quad (1)$ где Q – потери тепла трубопроводом на участке определенной длины, Вт; G – расход теплоносителя, проходящего по трубе, кг/с; c – удельная теплоемкость воды при средней температуре теплоносителя; для воды следует принимать равной 4186,8 Дж/(кг·град); Δt – разность между начальной и конечной температурами теплоносителя при прохождении его по выбранному участку трубопровода, °С. Из уравнения (1) следует, что расход жидкости, проходящего по трубе равен: $G = \frac{Q}{c \cdot \Delta t}, \quad (2)$ Так как падение температуры воды на выбранном участке трубопровода всегда будет соответствовать падению температуры на поверхности трубы, то в уравнении (2) разность температур теплоносителя можно заменить разностью температур поверхности трубы в начале и в конце выбранного участка трубопровода. Теплоотдача поверхности трубы на этом участке будет соответствовать количеству тепла, потерянного теплоносителем при остывании его на Δt, а количество потерянного тепла – расходу теплоносителя на участке. 4. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ Проверка справедливости изложенного метода проводится на установке, схема которой приведена на рис. 1.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		 Рисунок 1. Схема установки для определения расхода жидкости в трубопроводе по теплоотдаче на заданном участке трубопровода 1 – труба действующей системы отопления; 2, 5 – термопары хромель-алюмелевые; 3,6 – переключатели; 4,7 – милливольтметры. На концах выбранного участка любого диаметра длиной L устанавливаются в определенных местах горячие спаи 1 и 2 хромель-алюмелевых предварительно протарированных термопар. Термопары через переключатели 3 и 6 соединяются с милливольтметрами 4 и 7, шкалы которых позволяют делать замеры электродвижущей силы термопар с точностью до 0,01 мВ. 5. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ 1. Снять показания 3-х термопар в начале участка теплопровода. 2. Снять показания 3-х термопар в конце участка теплопровода. 3. Вычислить среднее значение температур в начале и в конце участка трубопровода. 4. Перевести с помощью градуированной таблицы показания милливольтметра (мВ) в градусы Цельсия ($^{\circ}\text{C}$), прибавив к каждому показанию

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																													
		температуру окружающей среды. Данные записать в таблицу 1. Таблица 1 Журнал наблюдений <table><tr><th rowspan="2">№ измерения</th><th rowspan="2">D, мм</th><th rowspan="2">mV</th><th colspan="4">t, mV</th><th rowspan="2">t, °C</th><th colspan="4">t, mV</th><th rowspan="2">t, °C</th><th colspan="4">tн, °C</th><th colspan="4">tк, °C</th></tr><tr><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>Сред.</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>Сред.</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>Сред.</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>Сред.</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> 6. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ Величина коэффициента теплоотдачи конвекцией определяется [3]: 1) из закона Ньютона-Рихмана: $\alpha_{\kappa} = \frac{Q_{\kappa}}{(t_1 - t_6)},$ (3) где α_{κ} – коэффициент теплоотдачи конвекцией, характеризующий интенсивность теплообмена конвекцией и определяющий количество теплоты, переданное «с» или «на» единицу поверхности в единицу времени при разности температур между поверхностью и средой в 1 градус, Вт/(м²·град); Q_{κ} – потери теплоты конвекцией на заданном участке трубопровода, Вт; t_6 – разность между средней температурой поверхности трубы и температурой воздуха в помещении, °C. 2) из числа подобия Нуссельта: $\alpha_{\kappa} = Nu \cdot \frac{\lambda}{L},$ (4) где Nu – число подобия Нуссельта, характеризующее перенос теплоты в пограничном слое газа (жидкости), примыкающем к стенке; λ – коэффициент теплопроводности, характеризующий количество теплоты, переданное через единицу поверхности в единицу времени при	№ измерения	D, мм	mV	t, mV				t, °C	t, mV				t, °C	tн, °C				tк, °C				1	2	3	Сред.	1	2	3	Сред.	1	2	3	Сред.	1	2	3	Сред.																																								
№ измерения	D, мм	mV				t, mV					t, °C	t, mV				t, °C	tн, °C				tк, °C																																																										
			1	2	3	Сред.	1	2	3	Сред.		1	2	3	Сред.		1	2	3	Сред.																																																											

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		градиенте температур в один градус на 1 метр толщины стенки; L – длина участка трубопровода, для которого рассчитываются потери тепла, м. Число подобия Нуссельта определяется по формулам: 1) для вертикальных трубопроводов: $Nu_{f,h} = 0,15 \cdot (Gr_{f,h} \cdot Pr_f)^{0,33} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25}, \quad (5)$ где Gr – число подобия Грасгофа, характеризующее отношение подъемных сил к силам вязкости; $Gr = \frac{g \cdot l^3}{\nu^2} \cdot \beta \cdot \Delta t, \quad (6)$ Pr – число подобия Прандтля, характеризующее соотношение инерционных свойств среды – гидромеханических и тепловых. Число подобия Прандтля выбирается из справочного материала «Физические свойства сухого воздуха при $P = 10^5$ Па» (таблица 2) по температуре окружающего воздуха. 2) для горизонтальных трубопроводов: $Nu_{f,d} = 0,5 \cdot (Gr_{f,d} \cdot Pr_f)^{0,25} \cdot \left(\frac{Pr_f}{Pr_w} \right)^{0,25} \quad (5)$ Учитывая, что для воздуха в диапазоне температур от 0 до 100 °С число подобия Прандтля $Pr = 0,7 = const$, приведенные формулы упрощаются и в окончательном варианте будут иметь вид: 1) для вертикальных трубопроводов: $Nu_{f,h} = 0,133 \cdot Gr_{f,h}^{0,33} \quad (6)$ 2) для горизонтальных трубопроводов: $Nu_{f,d} = 0,47 \cdot Gr_{f,d}^{0,25} \quad (7)$ Коэффициент теплоотдачи конвекцией для горизонтальных труб диаметром $D_y = 120, 100$ и 75 мм и для температуры воздуха в помещении $t = 20$ °С так же можно определить графически (рис. 2).

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Рисунок 2. Коэффициент теплоотдачи конвекцией для горизонтальных труб Величина потери теплоты конвекцией на исследуемом участке трубопровода определяется по формуле: $Q_k = \alpha_k \cdot F \cdot \left(\frac{t_n + t_k}{2} - t_v \right), \quad (8)$ где Q_k – потери теплоты конвекцией на заданном участке трубопровода, Вт; α_k – коэффициент теплоотдачи конвекцией, рассчитанный по формулам или определенный по графику (рис. 2) в зависимости от разности между средней температурой поверхности трубы и температурой воздуха в помещении, Вт/(м²·град); F – площадь поверхности трубопровода, м²; t_n – температура поверхности трубы в начале участка, °С;

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		t_k – температура поверхности трубы в конце участка, °С; $t_в$ – температура воздуха в помещении, °С. $F = \pi \cdot d \cdot l$, (9) где d – наружный диаметр трубопровода, м. Принимается равным 0,078 м; l – длина трубопровода, для которого рассчитываются потери тепла, м. Принимается равной 8 м. Теплоотдача излучением на исследуемом участке трубопровода определяется по формуле: $Q_{изл} = \varepsilon \cdot C_0 \cdot F \cdot \varphi \cdot \left[\left(\frac{T_1}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_в}{100} \right)^4 \right], \quad (10)$ где $Q_{изл}$ – потери теплоты излучением на заданном участке трубопровода, Вт; ε – приведенная степень черноты системы взаимно облучающихся тел, $\varepsilon = 0,91$; C_0 – коэффициент излучения абсолютно черного тела $C_0 = 5,67$ Вт/(м²·град⁴); F – площадь поверхности трубопровода, м²; φ – коэффициент облученности: для трубы, находящейся на достаточном удалении от стен, $\varphi = 1,0$; для труб, расположенных вблизи наружных стен, принимают коэффициент облучения наружной стены $\varphi_{н.с.} = 0,49$, а для внутренних стен $\varphi_{н.с.} = 0,51$; T_1 – средняя температура выбранного участка трубопровода, К; $T_в$ – температура воздуха в помещении, К. Найденные величины потерь тепла конвекцией и излучением по формулам (8) и (10) соответственно суммируются и по формуле (2) определяется расход теплоносителя в трубопроводе. Контрольные замеры температур, по которым аналитически определяют расход жидкости, производят не менее трех раз и находят средние значения.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства																																																																																																																	
		Расчеты производят по средним величинам. В случае расхождения в величинах рассчитанных и замеренных расходов определяют величину отклонений в процентах, что позволяет установить точность использованного метода. При обработке результатов следует использовать таблицы 2 и 3. Примечание: определение теплоотдающей поверхности трубопровода необходимо производить по фактически измеренному наружному диаметру трубы. Особо тщательно следует определять теплоотдающую поверхность окрашенных трубопроводов. Таблица 2 Физические свойства сухого воздуха при $P=10^5$ Па <table><tr><th>$t, ^\circ\text{C}$</th><th>$\rho, \text{кг/м}^3$</th><th>$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/(м}\cdot\text{град)}$</th><th>$\alpha \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$</th><th>$\nu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$</th><th>$Pr$</th></tr><tr><td>10</td><td>1,247</td><td>2,51</td><td>20,0</td><td>14,16</td><td>0,705</td></tr><tr><td>20</td><td>1,205</td><td>2,59</td><td>21,4</td><td>15,06</td><td>0,703</td></tr><tr><td>30</td><td>1,165</td><td>2,67</td><td>22,9</td><td>16,0</td><td>0,701</td></tr><tr><td>40</td><td>1,128</td><td>2,75</td><td>24,3</td><td>16,96</td><td>0,699</td></tr><tr><td>50</td><td>1,093</td><td>2,83</td><td>25,7</td><td>17,95</td><td>0,698</td></tr></table> Таблица 3 Таблица перевода mV в $^\circ\text{C}$ (материал термопар – хромель-алюмель) <table><tr><th></th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0,04</td><td>0,08</td><td>0,12</td><td>0,16</td><td>0,20</td><td>0,24</td><td>0,28</td><td>0,32</td><td>0,36</td></tr><tr><td>10</td><td>0,4</td><td>0,44</td><td>0,48</td><td>0,52</td><td>0,56</td><td>0,60</td><td>0,64</td><td>0,68</td><td>0,72</td><td>0,76</td></tr><tr><td>20</td><td>0,8</td><td>0,84</td><td>0,88</td><td>0,92</td><td>0,96</td><td>1,00</td><td>1,04</td><td>1,08</td><td>1,12</td><td>1,16</td></tr><tr><td>30</td><td>1,2</td><td>1,24</td><td>1,28</td><td>1,32</td><td>1,36</td><td>1,41</td><td>1,45</td><td>1,49</td><td>1,53</td><td>1,57</td></tr><tr><td>40</td><td>1,01</td><td>1,05</td><td>1,69</td><td>1,73</td><td>1,77</td><td>1,82</td><td>1,89</td><td>1,90</td><td>1,94</td><td>1,98</td></tr><tr><td>50</td><td>2,02</td><td>2,06</td><td>2,1</td><td>2,16</td><td>2,18</td><td>2,23</td><td>2,27</td><td>2,31</td><td>2,35</td><td>2,35</td></tr></table>	$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/(м}\cdot\text{град)}$	$\alpha \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	$\nu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	Pr	10	1,247	2,51	20,0	14,16	0,705	20	1,205	2,59	21,4	15,06	0,703	30	1,165	2,67	22,9	16,0	0,701	40	1,128	2,75	24,3	16,96	0,699	50	1,093	2,83	25,7	17,95	0,698		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36	10	0,4	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	20	0,8	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	30	1,2	1,24	1,28	1,32	1,36	1,41	1,45	1,49	1,53	1,57	40	1,01	1,05	1,69	1,73	1,77	1,82	1,89	1,90	1,94	1,98	50	2,02	2,06	2,1	2,16	2,18	2,23	2,27	2,31	2,35	2,35
$t, ^\circ\text{C}$	$\rho, \text{кг/м}^3$	$\lambda \cdot 10^2, \text{Вт/(м}\cdot\text{град)}$	$\alpha \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	$\nu \cdot 10^6, \text{м}^2/\text{с}$	Pr																																																																																																														
10	1,247	2,51	20,0	14,16	0,705																																																																																																														
20	1,205	2,59	21,4	15,06	0,703																																																																																																														
30	1,165	2,67	22,9	16,0	0,701																																																																																																														
40	1,128	2,75	24,3	16,96	0,699																																																																																																														
50	1,093	2,83	25,7	17,95	0,698																																																																																																														
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																																									
0	0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,20	0,24	0,28	0,32	0,36																																																																																																									
10	0,4	0,44	0,48	0,52	0,56	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76																																																																																																									
20	0,8	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16																																																																																																									
30	1,2	1,24	1,28	1,32	1,36	1,41	1,45	1,49	1,53	1,57																																																																																																									
40	1,01	1,05	1,69	1,73	1,77	1,82	1,89	1,90	1,94	1,98																																																																																																									
50	2,02	2,06	2,1	2,16	2,18	2,23	2,27	2,31	2,35	2,35																																																																																																									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ 1. Методы определения расхода жидкости. 2. Физическая природа процесса теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции. 3. Уравнение Ньютона-Рихмана. 4. Определяющие и определяемые числа подобия при свободной конвекции. 5. Условия подобия физических процессов. 6. Влияние на интенсивность теплообмена расположения трубы в пространстве.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Отопление, вентиляция и кондиционирование» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, при условии выполнения текущих практических заданий, выявляющих степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета с оценкой.

Зачет с оценкой по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания зачета с оценкой:

- на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций, т.е. не менее 90% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, т.е. находится в пределах от 75% до 90% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е. находится в пределах от 60% до 75% от общей трудоемкости дисциплины;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Отопление, вентиляция и кондиционирование»

а) Основная литература:

1.Новоселова, Ю. Н. Теплоснабжение и вентиляция : учебное пособие / Ю. Н. Новоселова, Г. Н. Трубицина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 130 с. : ил., табл., схемы. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3129.pdf&show=dcatalogues/1/1136109/3129.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2 Протасевич, А. М. Энергосбережение в системах теплогазоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха : учеб. пособие / А.М. Протасевич. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 286 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005515-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1013521> – Режим доступа: по подписке.

б) Дополнительная литература:

1. Круглов Г.А. Теплотехника [Электронный ресурс]:учебное пособие/Г.А. Круглов.– СПб.: Лань, 2012-208 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=3900

2. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика. Основное оборудование : учебник для вузов / Г. Ф. Быстрицкий, Г. Г. Гасангаджиев, В. С. Кожиченков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 416 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08545-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451998>

3.Голяк, С. А. Основы теплогазоснабжения и вентиляции. Введение в специальность : учебное пособие / С. А. Голяк. - Магнитогорск : МГТУ, 2013. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=944.pdf&show=dcatalogues/1/1118978/944.pdf&view=true> - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4. Шиляев, М. И. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Примеры расчета систем : учебное пособие для вузов / М. И. Шиляев, Е. М. Хромова, Ю. Н. Дорошенко ; под редакцией М. И. Шиляева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09295-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455773>

в) Методические указания:

1. А.Н. Чернов, Т.П. Семенова, Е.Б. Агапитов Удаление избытков теплоты из помещений вычислительных центров [Текст]:Методические указания к лабораторной работе/Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2012. 10 с.

2. Т.П.Семенова, Н.Г.Злоказова Определение содержания воздуха в воде в зависимости от её температуры [Текст]: Методические указания к лабораторной работе/Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014. 6 с.

3. Т.П. Семенова, Н.Г. Злоказова Определение коэффициентов местных сопротивлений воздуховодов[Текст]:Методические указания к лабораторной работе/Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2014 – 6 с.

4. Т.П. Семенова, М.С Каблукова Испытание автономного кондиционера [Текст]: Методические указания, Магнитогорск, Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2015 – 6 с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
Стандартные		
Microsoft Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
Microsoft Office 2007	№135 от 17.09.2007	Бессрочно
7Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	Свободно распространяемое	бессрочно
Дополнительные		
Microsoft Windows 10 Pro	Д-1227 от 8.10.2018	11.10.2021

1. Федеральный институт промышленной собственности : сайт РОСПАТЕНТА / ФИПС. – Москва : ФИПС, 2009 – . – URL: <http://www1.fips.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) : национальная библиографическая база данных научного цитирования. – Текст: электронный // eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.
3. Академия Google (Google Scholar) : поисковая система : сайт. – URL: <https://scholar.google.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

4. Единое окно доступа к информационным ресурсам : электронная библиотека : сайт / ФГАУ ГНИИ ИТТ "ИНФОРМИКА". – Москва, 2005. – . –URL: <http://window.edu.ru/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
5. East View Information Services : Электронная база периодических изданий / ООО «ИВИС. – URL: <https://dlib.eastview.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст: электронный.
6. Российская Государственная библиотека. Каталоги : сайт / Российская государственная библиотека. – Москва : РГБ, 2003 – . URL: <https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
7. Электронная библиотека МГТУ им. Г. И. Носова. – URL: <http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход с внешней сети по логину и паролю). – Текст: электронный.
8. Web of science : Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://webofscience.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
9. Scopus : Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий : сайт. – URL: <http://scopus.com> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
10. Springer Journals : Международная база полнотекстовых журналов : сайт. – URL: <http://link.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
11. SpringerMaterials : Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга : сайт. – URL: <http://materials.springer.com/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
12. Springer Reference : Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний: сайт. – URL: <http://www.springer.com/references> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.
13. Архив научных журналов : сайт / Национальный электронно-информационный конкорциум. – Москва : НЭИКОН, 2013 – . – URL: <https://archive.neicon.ru/xmlui/> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей (вход по IP-адресам вуза). – Текст: электронный.

14. eLIBRARY.RU : научная электронная библиотека : сайт. – Москва, 2000 – . – URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 09.01.2018). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.
15. РУКОНТ : национальный цифровой ресурс : межотраслевая электронная библиотека : сайт / консорциум «КОТЕКСТУМ». – Сколково, 2010 – . – URL: <https://rucont.ru> (дата обращения: 18.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

В соответствии с учебным планом по дисциплине «Отопление, вентиляция и кондиционирование» предусмотрены следующие виды занятий: лекционные, лабораторные, практические занятия, самостоятельная работа, консультации (столбец ВНКР), зачет.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.
Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лаборатория гидрогазодинамики	Вентилятор с электродвигателем; кондиционер; компрессор.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мел.
Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта лабораторного оборудования.