

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

**Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Наименование образовательной программы: Контрольно-надзорная деятельность в энергетике**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Управление надежностью систем теплоснабжения**

**Москва  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чугунков Д.В.
	Идентификатор	Rēb276b1a-ChugunkovDV-9bcd7a1

(подпись)

Д.В.

Чугунков

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Бурдюков Д.А.
	Идентификатор	R37b9b3a7-BurdiukovDA-6c39bda

(подпись)

Д.А. Бурдюков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кондратьева О.Е.
	Идентификатор	R4c792df8-KondratyevaOYe-7169b3

(подпись)

О.Е.

Кондратьева

(расшифровка  
подписи)

## 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-2 Способен обеспечивать требования промышленной безопасности, оценивать техническое состояние и прогнозировать поведение объектов профессиональной деятельности в чрезвычайных ситуациях

ИД-10 Способен оценивать надёжность энергетической системы в целом и результаты технической диагностики состояния энергетического оборудования

2. ПК-3 Способен проводить оценку степени негативного воздействия на окружающую среду, разрабатывать и реализовывать мероприятия по обеспечению экологической безопасности объектов профессиональной деятельности

ИД-3 Демонстрирует знания основных типов тепловых схем ТЭС, ГЭС и АЭС

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Тест №1 (Тестирование)
4. Тест №2 (Тестирование)
5. Тест №3 (Тестирование)

Форма реализации: Проверка качества оформления задания

1. Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

3 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %						
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
	Срок КМ:	4	8	12	16	15	16
Основные показатели надёжности систем теплоснабжения и их элементов. Требования к надёжности систем теплоснабжения в РФ.							
Основные показатели надёжности систем теплоснабжения и их элементов. Требования к надёжности систем теплоснабжения в РФ.		+	+	+		+	+
Влияние отклонений от расчётных режимов подачи теплоты на отопление и их длительности на температуру воздуха внутри отапливаемых зданий.							

Влияние отклонений от расчётных режимов подачи теплоты на отопление и их длительности на температуру воздуха внутри отапливаемых зданий.		+		+	+	+
Основы управления тепловыми режимами систем теплоснабжения						
Основы управления тепловыми режимами систем теплоснабжения				+		+
Основы управления гидравлическими режимами систем теплоснабжения						
Основы управления гидравлическими режимами систем теплоснабжения		+	+	+	+	+
Основы управления водными режимами систем теплоснабжения						
Основы управления водными режимами систем теплоснабжения		+		+	+	+
Аккумуляция теплоты в системах централизованного теплоснабжения с целью повышения их надёжности и эффективности						
Аккумуляция теплоты в системах централизованного теплоснабжения с целью повышения их надёжности и эффективности		+	+	+	+	+
Защита теплопроводов от наружной коррозии						
Защита теплопроводов от наружной коррозии		+			+	+
Вес КМ:	10	10	20	10	20	30

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## 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-2	ИД-10 <sub>ПК-2</sub> Способен оценивать надёжность энергетической системы в целом и результаты технической диагностики состояния энергетического оборудования	<p>Знать:</p> <p>основные направления повышения надёжности и эффективности тепловых сетей и теплопотребляющих установок</p> <p>режимы функционирования систем теплоснабжения, их элементов и объектов теплоснабжения</p> <p>современные требования к надёжности систем централизованного теплоснабжения</p> <p>Уметь:</p> <p>оценить надёжность и эффективность функционирования теплопотребляющих установок</p> <p>оценить надёжность и эффективность функционирования</p>	<p>Тест №1 (Тестирование)</p> <p>Тест №2 (Тестирование)</p> <p>Контрольная работа №1 (Контрольная работа)</p> <p>Тест №3 (Тестирование)</p> <p>Контрольная работа №2 (Контрольная работа)</p>

		тепловых сетей обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию систем теплоснабжения	
ПК-3	ИД-3ПК-3 Демонстрирует знания основных типов тепловых схем ТЭС, ГЭС и АЭС	Знать: основы управления водными режимами систем теплоснабжения основы управления гидравлическими режимами систем теплоснабжения основные схемы водных и паровых систем теплоснабжения основные типы тепловых схем ТЭС, ГЭС и АЭС Уметь: определять эффективность и оптимизировать показатели работы тепловых сетей выполнять гидравлические расчёты и разрабатывать гидравлический режим водяных тепловых сетей принимать и обосновывать конкретные решения при проектировании систем теплоснабжения	Тест №2 (Тестирование) Контрольная работа №1 (Контрольная работа) Тест №3 (Тестирование) Контрольная работа №2 (Контрольная работа) Расчетное задание (Расчетно-графическая работа)

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

### КМ-1. Тест №1

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам предлагается выполнить тест из 19 вопросов.

**Краткое содержание задания:**

Тест “Энергосбережение”

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные направления повышения надёжности и эффективности тепловых сетей и теплопотребляющих установок	<p>1.Центральное регулирование обеспечивает большинству потребителей в течение отопительного периода</p> <p>А. избыточное количество теплоты на отопление. Б. недостаточное количество теплоты на отопление. В. поддержание температуры внутреннего воздуха на уровне расчётной.</p> <p>2.Температуру воздуха внутри отапливаемых помещений целесообразно поддерживать в зоне комфорта</p> <p>А. путём утепления фасадов отапливаемых зданий. Б. путём дополнения центрального качественного регулирования отопления местным количественным. В. путем изменения степени открытия форточек.</p>
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

### КМ-2. Тест №2

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам предлагается ответить на тест из 20 вопросов.

## Краткое содержание задания:

Тест “Нерасчетные режимы теплообменников систем теплоснабжения”

## Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные направления повышения надёжности и эффективности тепловых сетей и теплопотребляющих установок	1. Уравнение тепловой характеристики теплообменного аппарата используют для А. расчёта параметров теплоносителей в нерасчётных режимах; Б. определения расхода теплоносителей в расчётном режиме; В. для расчёта тепловой производительности в расчётном режиме.
Знать: режимы функционирования систем теплоснабжения, их элементов и объектов теплоснабжения	1. Один теплоноситель охлаждается в водоводяном теплообменнике с 700С до 400С, а другой нагревается с 100С до 650С. Эквивалент расхода какого теплоносителя меньше? А. Греющего теплоносителя. Б. Нагреваемого теплоносителя. В. Эквиваленты расхода одинаковы.
Знать: современные требования к надёжности систем централизованного теплоснабжения	1. Эквивалент расхода теплоносителя – это А. произведение массового расхода теплоносителя на разность его температур; Б. произведение объёмного расхода теплоносителя на его плотность; В. произведение массового расхода теплоносителя на его теплоёмкость. 2. Эффективность теплообменного аппарата - это А. отношение текущих значений тепловой производительности теплообменного аппарата и противоточного теплообменника; Б. отношение текущих значений тепловой производительности теплообменного аппарата и противоточного теплообменника с бесконечно большой поверхностью нагрева; В. отношение текущих значений тепловой производительности теплообменного аппарата и аналогичного теплообменника с идеальной теплоизоляцией.
Знать: основные типы тепловых схем ТЭС, ГЭС и АЭС	1. При расчёте температурного графика центрального качественного регулирования по совмещённой нагрузке отопления и ГВС используют А. отношение средней нагрузки ГВС района к расчётной нагрузке отопления. Б. отношение балансовой нагрузки ГВС района к расчётной нагрузке отопления. В. отношение балансовой нагрузки ГВС района к средней нагрузке отопления. Г. отношение средней нагрузки ГВС района к средней нагрузке отопления.
Знать: основы управления гидравлическими режимами систем теплоснабжения	1. Эквивалент расхода какого из теплоносителей является меньшим в пароводяном теплообменнике? А. Эквиваленты расхода одинаковы.



	Б. Эквивалент расхода воды. В. Эквивалент расхода пара.
Уметь: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию систем теплоснабжения	1. Тепловая производительность противоточного водоводяного теплообменника на единицу меньшего эквивалента расхода теплоносителя 400С. Входные температуры теплоносителей 700С и 50С. Какова эффективность теплообменника? А. 0,95. Б. 0,62. В. 0,38.

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания:

### КМ-3. Контрольная работа №1

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам предлагается дать решение на билет содержащий две задачи.

#### Краткое содержание задания:

Контрольная работа “Температурный режим отапливаемых зданий при нерасчётной подаче теплоты”

#### Контрольные вопросы/задания:

Уметь: оценить надёжность и эффективность функционирования тепловых сетей	1. Расчетные параметры неавтоматизированной отопительной установки, присоединенной к водяной тепловой сети по зависимой схеме с элеваторным присоединением : $Q'_o = 1 \text{ МВт}, \tau'_1 = 150^\circ \text{C}, \tau'_2 = 70^\circ \text{C}, \tau'_{o1} = 95^\circ \text{C}, \tau'_{o2} = 70^\circ \text{C}$ при $t_{no} = -25^\circ \text{C}$ и $t_{sp} = 20^\circ \text{C}$ . Регулирование центральное качественное по отопительной нагрузке. Какая температура воздуха $t_v$ установится внутри отапливаемых помещений в конце отопительного сезона при $t_n = 8^\circ \text{C}$ , если температура сетевой воды $t_l$ в подающем трубопроводе тепловой сети будет поддерживаться равной $70^\circ \text{C}$ ? Определите также величину часового перерасхода теплоты в этом режиме. Внутренние тепловыделения не учитывать.
Уметь: выполнять	1. В противоточном водоводяном теплообменнике

гидравлические расчёты и разрабатывать гидравлический режим водяных тепловых сетей	сетевая вода, расход которой $G_p = 12$ т/ч, а температура $t_1 = 100$ оС, нагревает водопроводную воду, расход которой $G_v = 15$ т /ч, а температуры $t_2 = 60$ оС и $t_1 = 5$ оС. Какими станут температуры теплоносителей на выходе из теплообменника, когда $G_p = 16$ т/ч , $G_v = 6$ т/ч, $t_1 = 70$ оС, $t_1 = 15$ оС?
Уметь: определять эффективность и оптимизировать показатели работы тепловых сетей	<p>1. Открытая система теплоснабжения. Центральное качественное регулирование по суммарной нагрузке отопления и ГВС. Отопительные установки присоединены по зависимой схеме с элеватором. Система ГВС тупиковая.</p> <p>Определить температуры и расходы воды в подающем и обратном трубопроводах отопительных систем и тепловых пунктов при балансовой нагрузке ГВС и температуре наружного воздуха <math>-10</math>оС. Расчётные температуры наружного и внутреннего воздуха <math>t_{но} = -25</math>оС и <math>t_{вр} = 20</math>оС. Расчётные температуры теплоносителя</p> $t'_1 = 150^{\circ}C, t'_{01} = 95^{\circ}C, t'_{02} = 70^{\circ}C.$ <p>Температуры воды в системе ГВС <math>t_r = 60</math>оС, <math>t_x = 50</math>оС. Расчётная нагрузка отопления <math>100</math>Гкал/ч, средняя нагрузка ГВС <math>15</math>Гкал/ч. Балансовый коэффициент <math>k = 1,1</math>.</p>

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания:

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания:

#### КМ-4. Тест №3

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам предлагается ответить на тест из 19 вопросов.

#### Краткое содержание задания:

Тест “Аккумуляция тепла в системах централизованного теплоснабжения”

#### Контрольные вопросы/задания:

Знать: режимы функционирования систем теплоснабжения, их элементов и	<p>1. Аккумулятор горячей воды на тепловом пункте заполняется холодной водой</p> <p>А. при максимальном разборе горячей воды;</p>
--	---

объектов теплоснабжения	Б. при минимальном разборе горячей воды; В. среднем разборе горячей воды.
Знать: основные схемы водных и паровых систем теплоснабжения	1.Аккумулятор теплоты на ТЭЦ в закрытой системе теплоснабжения в период прохождения пика электрической нагрузки А. заполняется горячей водой из подающего трубопровода, а имеющаяся в нём вода вытесняется в обратный трубопровод Б. заполняется сетевой водой из обратного трубопровода, а горячая вода вытесняется в подающий трубопровод.
Знать: основы управления водными режимами систем теплоснабжения	1.В период разрядки аккумулятора горячей воды на тепловом пункте А. горячая вода заполняет аккумулятор и вытесняет холодную; Б. горячая вода из теплообменника и из аккумулятора идёт на разбор; В. содержание холодной воды в аккумуляторе не изменяется.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-5. Контрольная работа №2**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам предлагается дать решение на билет состоящий из двух задач.

**Краткое содержание задания:**

Контрольная работа “Функционирование систем теплоснабжения при различных методах регулирования.”

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: обеспечивать бесперебойную работу, правильную эксплуатацию, ремонт и модернизацию систем теплоснабжения	1.Отопительные приборы жилого 9-этажного здания в Москве, построенного в 2016 году, оснащены автоматическими термостатическими клапанами. Система отопления присоединена к водяной тепловой сети по зависимой схеме с насосным смешением. Центральное регулирование – качественное по отопительной нагрузке.
--	--

	<p>Расчётный расход воды, циркулирующей в системе, 20т/ч. Мощность внутренних источников тепла составляет 20% расчётного расхода теплоты на отопление.</p> <p>Расчётная температура воздуха внутри отапливаемых помещений 200С, а теплоносителя 1500С, 950С и 700С.</p> <p>Определите расходы воды – сетевой на отопление и циркулирующей в системе отопления при температуре наружного воздуха -50С. Определите также температуру сетевой воды на выходе из отопительной системы.</p>																		
<p>Уметь: оценить надёжность и эффективность функционирования теплопотребляющих установок</p>	<p>1.К подающему и обратному трубопроводам водяной тепловой сети на ТЭЦ присоединены расширительные баки-гасители ударной волны. На транзитном участке подающего трубопровода между ТЭЦ и потребителями установлен клапан К на расстоянии 800м от ТЭЦ. Определить максимальное повышение давления перед клапаном К при его мгновенном закрытии. Модули упругости воды и материала трубопроводов соответственно <math>E_v = 1,96 \cdot 10^9 \text{Па}</math> и <math>E_{тр} = 1,96 \cdot 10^{11} \text{Па}</math>. Диаметр трубопровода и толщина его стенки соответственно 1000мм и 14мм. Расход воды и её плотность <math>G = 3000 \text{т/ч}</math> и <math>\rho = 1000 \text{кг/м}^3</math>.</p>																		
<p>Уметь: принимать и обосновывать конкретные решения при проектировании систем теплоснабжения</p>	<p>1.Определить ёмкость аккумуляторного бака на ЦТП при графике расхода воды на ГВС, приведенном в таблице. Определить также поверхности нагрева теплообменников ГВС с аккумуляторным баком и без него при следующих условиях: <math>t_g = 600\text{С}</math>, <math>t_x = 50\text{С}</math>, <math>t_1 = 720\text{С}</math>, <math>t_2 = 400\text{С}</math>, <math>K = 1 \text{КВт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})</math>.</p> <table border="1" data-bbox="735 1290 1481 1460"> <thead> <tr> <th>Часы суток</th> <th>0-3</th> <th>3-6</th> <th>6-9</th> <th>9-12</th> <th>12-15</th> <th>15-18</th> <th>18-21</th> <th>21-24</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Потребление горячей воды, м<sup>3</sup>/ч</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>9</td> <td>12</td> </tr> </tbody> </table>	Часы суток	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	Потребление горячей воды, м <sup>3</sup> /ч	0	0	6	4	5	3	9	12
Часы суток	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24											
Потребление горячей воды, м <sup>3</sup> /ч	0	0	6	4	5	3	9	12											

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-6. Расчетное задание**

**Формы реализации:** Проверка качества оформления задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Студентам предлагается выполнить расчетное задание.

**Краткое содержание задания:**

Проверка полноты и качества выполнения расчетного задания.

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: основные схемы водных и паровых систем теплоснабжения	1. Система местного количественного регулирования подачи теплоты на отопление при повышении температуры наружного воздуха в период срезки температурного графика в тёплое время А. снижает расход сетевой воды на отопление. Б. увеличивает расход сетевой воды на отопление. В. поддерживает расход сетевой воды на отопление неизменным.
Знать: основные типы тепловых схем ТЭС, ГЭС и АЭС	1. Местное количественное регулирование подачи теплоты на отопление производится А. на центральном тепловом пункте (ЦТП). Б. непосредственно у отопительных приборов. В. на индивидуальном тепловом пункте (ИТП).
Знать: основы управления водными режимами систем теплоснабжения	1. Температура воздуха внутри большинства отапливаемых помещений при центральном качественном регулировании по отоплению А. выше расчётного значения. Б. соответствует расчётному значению. В. ниже расчётного значения.
Уметь: принимать и обосновывать конкретные решения при проектировании систем теплоснабжения	1. Расчетные параметры неавтоматизированной отопительной установки, присоединенной к водяной тепловой сети по зависимой схеме с элеваторным присоединением : $Q'_o = 1 \text{ МВт}$ , $t'_1 = 150^\circ \text{C}$ , $t'_2 = 70^\circ \text{C}$ , $t'_{o1} = 95^\circ \text{C}$ , $t'_{o2} = 70^\circ \text{C}$ при $t_{no} = -25^\circ \text{C}$ и $t_{sp} = 20^\circ \text{C}$ . Регулирование центральное качественное по отопительной нагрузке. Какая температура воздуха $t_w$ установится внутри отапливаемых помещений в конце отопительного сезона при $t_n = 8^\circ \text{C}$ , если температура сетевой воды $t_1$ в подающем трубопроводе тепловой сети будет поддерживаться равной $70^\circ \text{C}$ ? Определите также величину часового перерасхода теплоты в этом режиме. Внутренние тепловыделения не учитывать.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 3 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

1. Изобразите температурный график центрального качественного регулирования по отопительной нагрузке со «срезкой». Поясните причину «срезки» температурного графика. Как сказывается «срезка» температурного графика на температурном режиме отапливаемых помещений?

2. Особенности функционирования водогрейной котельной в качестве основного источника теплоты в водяной системе теплоснабжения (температурный режим, рециркуляция, подмес воды из обратного трубопровода, основные расчётные зависимости).

Задача.

Расчётный расход тепла на отопление жилого здания в Москве 0.9 Гкал/ч. Расчётные температуры наружного и внутреннего воздуха  $t_{но} = -25$  0С и  $t_{вн} = 20$  0С. Длительность отопительного сезона  $Z_o = 205$  сут, а средняя за отопительный сезон температура наружного воздуха  $-2,2$  0С. Определить годовой расход теплоты на отопление этого здания при центральном качественном регулировании отопительной нагрузки и при дополнении центрального качественного регулирования местным количественным на ИТП. Средняя мощность внутренних источников теплоты, отнесённая к 1 м<sup>2</sup> площади квартир  $q_{тв} = 17$  Вт/м<sup>2</sup>. Удельный расчётный расход тепла на отопление здания  $q_o = 56$  Вт/м<sup>2</sup>.

Определить также среднегодовую экономию теплоты от этого мероприятия.

### Процедура проведения

Экзамен устный. В аудитории университета. Подготовка ответа - 40 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-10<sub>ПК-2</sub> Способен оценивать надёжность энергетической системы в целом и результаты технической диагностики состояния энергетического оборудования

### Вопросы, задания

1.1. Изобразите температурный график центрального качественного регулирования по отопительной нагрузке в системе с нагрузкой отопления и ГВС. Нанесите на этот график температуры теплоносителя, которые требуются для обеспечения комфортных условий потребителю с большими тепловыделениями внутри отапливаемых помещений. Чем различаются расчёты температурных графиков системы и такого отопительного потребителя?

2. Дайте определение понятию «гидравлический удар», назовите причины и возможные последствия этого явления.

Задача.

В пароводяном теплообменнике нагревается вода в течение отопительного периода с температуры 5 оС до температуры 65 оС насыщенным водяным паром средним давлением 1,2 бар. Среднечасовой расход воды  $G = 20$  т/ч. Температура воды на выходе из теплообменника поддерживается автоматическим регулирующим клапаном на

паропроводе. Каким станет среднее давление пара перед теплообменником в неотапительный период, когда температура холодной воды станет равной 15 оС, а ее расход уменьшится в 1,5 раза?

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. При центральном качественном регулировании по совмещённой нагрузке отопления и ГВС и балансовой нагрузке ГВС отапливаемые помещения получают теплоты

- А. приблизительно столько же, сколько теряют.
- Б. меньше, чем теряют,
- В. больше, чем теряют.

Верный ответ: А. приблизительно столько же, сколько теряют.

2. Тепловая производительность противоточного водоводяного теплообменника на единицу меньшего эквивалента расхода теплоносителя 400С. Входные температуры теплоносителей 700С и 150С. Какова эффективность теплообменника?

- А. 0,85.
- Б. 0,72.
- В. 0,51.

Верный ответ: Б. 0,72.

3. Уравнение тепловой характеристики теплообменного аппарата используют для

- А. для расчёта тепловой производительности в расчётном режиме.
- Б. определения расхода теплоносителей в расчётном режиме;
- В. расчёта параметров теплоносителей в нерасчётных режимах.

Верный ответ: В. расчёта параметров теплоносителей в нерасчётных режимах.

## 2. Компетенция/Индикатор: ИД-3пк-3 Демонстрирует знания основных типов тепловых схем ТЭС, ГЭС и АЭС

### Вопросы, задания

1.1. Почему центральное качественное регулирование по отопительной нагрузке дополняют групповым, местным или индивидуальным регулированием?

2. Может ли использоваться водяная тепловая сеть в качестве аккумулятора тепла? Если может, то в каких случаях и каким образом?

Задача.

Определить температуру наружного воздуха, при которой расчётная температура воздуха внутри отапливаемых помещений 20 С

жилого здания в Москве ( $t_{но} = -25$  оС), обеспечивается полностью за счёт внутренних тепловыделений. Средняя мощность внутренних источников теплоты, отнесённая к 1 м<sup>2</sup> площади квартир, 14 Вт/м<sup>2</sup>. Удельный расчётный расход теплоты на отопление здания 45 Вт/м<sup>2</sup>. Определить также расчётный расход тепла на отопление. В здании живут 1000 человек при норме 20 м<sup>2</sup>/чел.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. В каком случае может понадобиться использовать трубопроводы водяной тепловой сети теплотехнической системы теплоснабжения в качестве аккумулятора теплоты?

- А. При отсутствии дефицита топлива на ТЭЦ.
- Б. В период пика электрической нагрузки при нехватке электрической мощности ТЭЦ.
- В. В период ремонтов в тепловых сетях.

Верный ответ: Б. В период пика электрической нагрузки при нехватке электрической мощности ТЭЦ.

2. В соответствии с действующими нормативами температура теплоносителя-воды в обратном трубопроводе тепловой сети у потребителя может отличаться от установленной Договором о теплоснабжении на



- А.  $\pm 5\%$ .
- Б.  $+15\%$ .
- В.  $+5\%$ .

Верный ответ: В.  $+5\%$ .

3. При центральном качественном регулировании по совмещённой нагрузке отопления и ГВС

А. Менее полно используется теплота, содержащаяся в сетевой воде, чем при регулировании по отоплению.

Б. Более полно используется теплота, содержащаяся в сетевой воде, чем при регулировании по отоплению.

Верный ответ: Б. Более полно используется теплота, содержащаяся в сетевой воде, чем при регулировании по отоплению.

## ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

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