

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Энергообеспечение предприятий. Высокотемпературные процессы и установки**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Системы теплоснабжения**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

Ю.В.  
Яворовский

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киндра В.О.
	Идентификатор	R429f7b35-KindraVO-2c9422f7

В.О.  
Киндра

Заведующий  
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.  
Рогалев

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

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

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

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-1 Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-2 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

ИД-4 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ1 (Контрольная работа)

2. КМ2 (Контрольная работа)

3. КМ3 (Контрольная работа)

4. КМ4 (Контрольная работа)

## БРС дисциплины

### 6 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 КМ1 (Контрольная работа)

КМ-2 КМ2 (Контрольная работа)

КМ-3 КМ3 (Контрольная работа)

КМ-4 КМ4 (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации** – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	14
Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов.					
Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилых районов.	+				

Классификация и расчет тепловых нагрузок для потребителей теплоты. Определение годового расхода теплоты.				
Классификация и расчет тепловых нагрузок для потребителей теплоты. Определение годового расхода теплоты.	+			
Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок.				
Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий и жилых районов. Методы регулирования тепловых нагрузок.		+		
Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы работы и области применения				
Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Тепловые принципиальные схемы, режимы работы и области применения. Тепловые сети водяных систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование		+	+	
Гидравлические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы				
Гидравлические расчеты тепловых сетей. Пьезометрические графики, гидравлические режимы				+
Теплоизоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции				
Теплоизоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения. Тепловой расчет, выбор параметров тепловой изоляции		+	+	
Перспективные технологии для систем централизованного теплоснабжения. Зарубежная практика и отечественные разработки.				
Перспективные технологии для систем централизованного теплоснабжения. Зарубежная практика и отечественные разработки.		+	+	
Вес КМ:	25	25	25	25

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

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

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники	Знать: классификацию, характер изменения тепловых нагрузок и методы их расчета	КМ-1 КМ1 (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	Знать: общую структуру систем теплоснабжения, применяющиеся схемные решения, оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов тепловые схемы тепловых пунктов Уметь: проводить гидравлические и тепловые расчеты тепловых сетей определять тепловые нагрузки потребителей	КМ-1 КМ1 (Контрольная работа) КМ-2 КМ2 (Контрольная работа) КМ-3 КМ3 (Контрольная работа) КМ-4 КМ4 (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической	Знать: теоретические основы и принципы	КМ-2 КМ2 (Контрольная работа) КМ-3 КМ3 (Контрольная работа)

	эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	функционирования систем теплоснабжения, методы регулирования тепловых нагрузок Уметь: определять основные показатели энергетической эффективности тепловых сетей, проводить расчет режимов работы тепловых пунктов и потребителей	
--	---	---	--

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

### КМ-1. КМ1

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение задания в письменной форме, время на выполнение 15 минут.

#### Краткое содержание задания:

Ответьте на вопросы и выполните задание

#### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: классификацию, характер изменения тепловых нагрузок и методы их расчета	1.Какая температура наружного воздуха считается расчетной для систем отопления согласно СП? 2.Способы расчета годового расхода теплоты, приведите формулы для расчета годовых расходов теплоты
Знать: общую структуру систем теплоснабжения, применяющиеся схемные решения, оборудование тепловых сетей и тепловых пунктов	1.Какие требования предъявляет СП к температуре горячей воды у водоразборных устройств потребителя? 2.В какой схеме системы теплоснабжения происходит отбор теплоносителя на нужды горячего водоснабжения?
Уметь: определять тепловые нагрузки потребителей	1.Тепловые потери через ограждающие конструкции здания составляют 300 кВт., коэффициент инфильтрации составляет $\mu=0,15$ , внутренние тепловыделения 20 Вт/м <sup>2</sup> , жилая площадь 2000 м <sup>2</sup> . Определить тепловую нагрузку на систему отопления. 2.Определите ГСОП для заданного населенного пункта, используя нормативные документы, проанализируйте полученный результат.

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90% задания*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70% задания*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 50% задания*

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено правильно менее, чем 50% задания

## КМ-2. КМ2

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение задания в письменной форме, время на выполнение 25 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на вопросы и выполните задание

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: тепловые схемы тепловых пунктов	1.Перечислите схемы подключения ГВС и отопления на тепловых пунктах 2.Если коэффициент отклонения отопительной тепловой нагрузки от требуемой равен 1, что это означает? Как при этом будет себя вести внутренняя температура в здании?
Знать: теоретические основы и принципы функционирования систем теплоснабжения, методы регулирования тепловых нагрузок	1.Какие методы (принципы) регулирования тепловых нагрузок применяются в системах теплоснабжения (назовите и охарактеризуйте их)? 2.Чем обусловлена необходимость наличия “зоны излома” на температурном графике?
Уметь: определять основные показатели энергетической эффективности тепловых сетей, проводить расчет режимов работы тепловых пунктов и потребителей	1.Определите значение коэффициента смешения, если температурный график тепловой сети 130/70, а $t_{p03}=90^{\circ}\text{C}$ ?  2.1. Если коэффициент смешения элеватора равен 2, как соотносятся расход, поступающий в систему отопления из внешней тепловой сети $G_0$ и расход, циркулирующий в системе отопления здания (поступающий в отопительный приборы) $G_{03}$ ?

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90% задания

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70% задания

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 50% задания

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено менее 50% задания

### КМ-3. КМЗ

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение задания в письменной форме, время на выполнение 20 минут.

**Краткое содержание задания:**

Ответьте на вопросы и выполните задание

**Контрольные вопросы/задания:**

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: тепловые схемы тепловых пунктов	1.К какой категории надежности можно отнести следующих потребителей: а) школа б) больница в) жилые дома г) гараж д) кинотеатр
Уметь: определять основные показатели энергетической эффективности тепловых сетей, проводить расчет режимов работы тепловых пунктов и потребителей	1.Расчетный температурный график тепловой сети 120/70 °С и расчетная температура наружного воздуха -25 °С. Температура внутреннего воздуха расчетная $t_{вр} = 20$ °С. Температура сетевой воды на входе в отопительные приборы на расчетном режиме: $t_{03р} = 95$ °С. При температуре сетевой воды $t_{01ни} = 75$ °С прекращается централизованное качественное регулирование. Найдите температуру наружного воздуха, соответствующую началу “излома” температурного графика (точку начала “излома”).

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90% задания

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70% задания

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 50% задания

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Выполнено менее 50% задания

## КМ-4. КМ4

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение задания в письменной форме, время на выполнение 25 минут.

### Краткое содержание задания:

Ответьте на вопросы и выполните задание

### Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: проводить гидравлические и тепловые расчеты тепловых сетей	<p>1. Определить тепловые потери однострубногo трубопровода длиной 100м, проложенного бесканально, с наружным и внутренним диаметрами труб 325/309 мм. Температура теплоносителя в трубопроводе 100·°С. Глубина заложения оси труб 2 м, толщина теплоизоляционного слоя тепловой изоляции на трубопроводах 100 мм, коэффициент теплопроводности тепловой изоляции равен 0,05 Вт/(м·°С). Естественная температура на глубине заложения оси труб 5°С, термическое сопротивление грунта принять 0,5 (м·°С)/Вт. При расчетах принять, что тепловые потери по длине трубопровода постоянны, термическим сопротивлением покровного слоя теплоизоляции пренебречь.</p> <p>2. Определите потери напора на участке тепловой сети длиной 100 м, трубопровод внутренним диаметром 200 мм, скорость движения теплоносителя 1 м/с, сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке равна 10, коэффициент гидравлического трения принять исходя из турбулентного режима течения, абсолютную эквивалентную шероховатость внутренней поверхности трубопровода принять равной 0,5 мм.</p>

### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90% задания*

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 60% задания*

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 30*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 30% задания*

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания: Выполнено менее 30% задания*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 6 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Методики гидравлического расчета водяных тепловых сетей.
2. Закрытые и открытые водяные системы теплоснабжения: принципиальные схемы закрытых и открытых систем теплоснабжения; достоинства и недостатки закрытых и открытых систем теплоснабжения.
3. Задача.  
Тепловая нагрузка на отопление составляет 200 кВт при температуре наружного воздуха  $-10^{\circ}\text{C}$ , чему будет равна расчетная отопительная нагрузка, если температура наружного воздуха расчетная  $t_{нро} = -25^{\circ}\text{C}$ , температура внутреннего воздуха расчетная  $18^{\circ}\text{C}$ , температура наружного воздуха средняя за отопительный период  $t_{н. ср} = -3^{\circ}\text{C}$ .  
Определить удельную отопительную характеристику здания, если его объем по наружному обмеру составляет 12000 м<sup>3</sup>. Определить потребление теплоты в системе отопления здания за отопительный период, если его длительность составляет 200 суток.

### Процедура проведения

Проводится в устной форме, по билетам, с подготовкой к ответу в течение 45 минут.

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Способен использовать нормативную документацию при разработке объектов теплоэнергетики и теплотехники

### Вопросы, задания

1. Теплоносители систем теплоснабжения. Их достоинства и недостатки.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Перечислите методы регулирования тепловых нагрузок в водяных системах теплоснабжения.

Ответы:

Ответ на вопрос самостоятельно формулируется студентом.

Верный ответ: В водяных системах теплоснабжения тепловую нагрузку возможно регулировать тремя способами: 1. изменением температуры сетевой воды – качественное регулирование; 2. изменением расхода сетевой воды – количественное регулирование; 3. изменением расхода и температуры воды – качественно-количественное регулирование. 4. путем изменения длительности работы  $n$  – называется регулированием пропусками (или местными пропусками). Применяется как местное регулирование в дополнение к центральному.

2. Виды и классификация тепловых нагрузок в системах централизованного теплоснабжения

Ответы:

Ответ на вопрос самостоятельно формулируется студентом.

Верный ответ: Тепловые нагрузки классифицируют следующим образом: •по характеру протекания во времени •по назначению По характеру протекания во времени тепловые нагрузки (ТН) разделяют на 2 группы: 1.Сезонные ТН – зависят от климатических условий региона, в котором находятся потребители теплоты. Главным образом от температуры наружного воздуха, а также от преобладающего направления и скорости ветра. 2.Круглогодичные тепловые нагрузки – зависят от режима работы потребителей теплоты. По назначению ТН делятся на 4 вида: 1.Отопительная ТН  $Q_o$ , Вт. 2.Вентиляционная ТН  $Q_v$ , Вт. 3.Тепловая нагрузка на горячее водоснабжение,  $Q_{гв}$ , Вт. 4.Технологическая ТН,  $Q_t$ , Вт К сезонным тепловым нагрузкам относятся отопительная и вентиляционная тепловая нагрузка. Дополнительно, при использовании тепловой энергии в системах кондиционирования, к этому виду нагрузок может быть дополнительно отнесена нагрузка на кондиционирование. К круглогодичным тепловым нагрузкам относят нагрузку на горячее водоснабжение и технологическую тепловую нагрузку.

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

### Вопросы, задания

- 1.Качественное регулирование тепловых нагрузок в системах централизованного теплоснабжения: задачи качественного регулирования тепловых нагрузок; графические зависимости изменения температур и расхода теплоносителя для качественного регулирования тепловых нагрузок; достоинства и недостатки качественного метода регулирования тепловых нагрузок.
- 2.Гидравлический расчет водяных тепловых сетей: виды гидравлических расчетов; основные задачи каждого вида гидравлических расчетов. Основные гидравлические режимы работы водяных тепловых сетей.
- 3.Пьезометрический график водяной тепловой сети: назначение пьезометрического графика и методика его построения.
- 4.График продолжительности тепловых нагрузок (график Россандера). Методика его построения. Назначение.
- 5.Схемы теплового пункта для водяной закрытой системы теплоснабжения с одноступенчатым подключением подогревателей горячего водоснабжения: работа теплового пункта, достоинства и недостатки схемы теплового пункта, состав оборудования теплового пункта.

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.Назначение проектировочного (конструкторского) гидравлического расчета водяных тепловых сетей?

Ответы:

Ответ на вопрос самостоятельно формулируется студентом.

Верный ответ: Определение внутренних диаметров трубопровода для каждого участка тепловой сети,  $d_v$ , мм. Определение потерь напора сетевой воды или потерь давления сетевой воды,  $\Delta h$ , м;  $\Delta p$ , Па. Эти потери являются исходными данными для последующего вычисления напора сетевых, подпиточных и повысительных насосов.

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-4<sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

### Вопросы, задания

- 1.«Зона излома» на температурных графиках водяных систем централизованного теплоснабжения. Способы регулирования отопительной тепловой нагрузки в «зоне

излома» температурного графика. Оценка качества теплоснабжения и фактических параметров сетевой воды в «зоне излома» температурного графика.

2. Способы прокладки тепловых сетей

3. Теплоизоляционные конструкции теплопроводов тепловых сетей и оборудования систем теплоснабжения.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Чем обусловлена «зона излома» на температурных графиках водяных систем централизованного теплоснабжения

Ответы:

Ответ на вопрос самостоятельно формулируется студентом.

Верный ответ: На выходе из теплового пункта температура горячей воды должна быть не меньше  $60 + 3..5$  оС. И поэтому, как только температура сетевой воды достигает значения около 63-65 ( для водяных открытых систем) или 70-75 оС (для водяных закрытых систем), централизованное качественное регулирование прекращается, и температура сетевой воды всё время поддерживается постоянной. Т.к. сетевой водой с меньшей температурой нельзя нагреть воду ГВС до требуемых значений, и к одной и той же системе теплоснабжения подключены системы отопления, (вентиляции) и горячего водоснабжения.

### **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5 («отлично»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

*Оценка: 4 («хорошо»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

*Оценка: 3 («удовлетворительно»)*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 40*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена в рамках "порогового" уровня.

*Оценка: 2 («неудовлетворительно»)*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

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

Итоговая оценка учитывает оценки, полученные за контрольные мероприятия и зачет.