

**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: Цифровые двойники технических систем

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, в том числе с применением информационных технологий

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 _{ПК-1} 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 _{ПК-1} 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: определять тепловые нагрузки потребителей проводить гидравлические и тепловые расчеты тепловых сетей	КМ-1 КМ1 (Контрольная работа) КМ-2 КМ2 (Контрольная работа) КМ-3 КМ3 (Контрольная работа) КМ-4 КМ4 (Контрольная работа)
ПК-1	ИД-4 _{ПК-1} 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 ² , жилая площадь 2000 м ² . 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 больше 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 смещения, если температурный график тепловой сети 130/70, а $t_{p03}=90^{\circ}\text{C}$? 2.1. Если коэффициент смещения 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 прибор) 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	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. 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.

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°C , чему будет равна расчетная отопительная нагрузка, если температура наружного воздуха расчетная $t_{нро} = -25^{\circ}\text{C}$, температура внутреннего воздуха расчетная 18°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 м³. 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_{ПК-1} 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_{ПК-1} 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, Δh , м; Δp , Па. Эти потери являются исходными данными для последующего вычисления напора сетевых, подпиточных и повысительных насосов.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-1} 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.