

**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: Системы теплоэнергоснабжения городов

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Цифровые двойники в системах теплоснабжения**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Федюхин А.В.
	Идентификатор	Rc1c8a01a-FediukhinAV-59cb47d9

А.В.
Федюхин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гашо Е.Г.
	Идентификатор	R913da1fa-GashoYG-eb0efe14

Е.Г. Гашо

Заведующий
выпускающей
кафедрой

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

Ю.В.
Яворовский

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 участвовать в проектировании систем теплоэнергоснабжения городов
- ИД-1 Способен участвовать в проектировании систем теплоэнергоснабжения городов

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
2. Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
3. Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
4. Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа)
КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа)
КМ-3 Контрольная работа №3 (Контрольная работа)
КМ-4 Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Цифровые двойники потребителей систем теплоснабжения					
Цифровой двойник системы отопления		+	+	+	+
Цифровой двойник системы горячего водоснабжения		+	+	+	+
Цифровой двойник системы вентиляции		+	+	+	+
Тепловые и гидравлические расчеты тепловых сетей					

Разработка цифрового двойника гидравлической системы тепловой сети	+	+	+	+
Гидравлические расчеты тепловых сетей. Расчет надежности систем теплоснабжения	+	+	+	+
Электронные модели тепловых пунктов				
Способы подключения абонентов к тепловой сети	+	+	+	+
Построение электронной модели теплового пункта	+	+	+	+
Расчет режимов работы теплового пункта	+	+	+	+
Разработка цифровых двойников источников централизованного теплоснабжения				
Построение электронных моделей	+	+	+	+
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-2	ИД-1ПК-2 Способен участвовать в проектировании систем теплоэнергоснабжения городов	Знать: особенности создания цифровых двойников тепловых и паровых сетей и элементов систем теплоснабжения с применением современных программных пакетов	КМ-1 Контрольная работа №1 (Контрольная работа) КМ-2 Контрольная работа №2 (Контрольная работа) КМ-3 Контрольная работа №3 (Контрольная работа) КМ-4 Контрольная работа №4 (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Контрольная работа №1

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Выполнение задания по созданию цифровой модели.

Краткое содержание задания:

Выполнить моделирование изменения тепловой нагрузки на отопление жилого здания при качественном методе регулирования. Расчетная температура наружного воздуха -25 град.С. Температурный график системы отопления 90/65 град.С, тепловой сети 150/70 град.С со срезкой 130 град С. Подключение системы отопления по независимой схеме.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: особенности создания цифровых двойников тепловых и паровых сетей и элементов систем теплоснабжения с применением современных программных пакетов	1...Что такое температурный график системы отопления? 2.Режимы работы систем вентиляции 3.Режимы работы системы горячего водоснабжения в течение года

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Контрольная работа №2

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответить на контрольные вопросы.

Краткое содержание задания:

Составить схему тепловой сети. Разместить на ней 10 потребителей. Ввести исходные данные, заданные преподавателем. Провести расчет.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: особенности создания цифровых двойников тепловых и паровых сетей и элементов систем теплоснабжения с применением современных программных пакетов	1. Основные положения наладочного расчета тепловой сети 2. Основные положения поверочного расчета тепловой сети 3. Основные положения конструкторского расчета тепловой сети

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Контрольная работа №3

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответить на контрольные вопросы, выполнить контрольное задание.

Краткое содержание задания:

Выберите схему подключения подогревателей горячего водоснабжения на тепловом пункте при расчетной нагрузке на отопление 1 Гкал/ч и при расчетной нагрузке на горячее водоснабжение 0,6 Гкал/ч

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
---	------------------------------

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: особенности создания цифровых двойников тепловых и паровых сетей и элементов систем теплоснабжения с применением современных программных пакетов	1.Сформулировать условие применения различных схем с насосным смешением 2.Особенности составления Мастер-плана схемы теплоснабжения

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Контрольная работа №4

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Ответить на контрольные вопросы, выполнить контрольное задание.

Краткое содержание задания:

Построить электронную модель заданной теплоэнергетической установки. Выполнить расчет заданного режима

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: особенности создания цифровых двойников тепловых и паровых сетей и элементов систем теплоснабжения с применением современных программных пакетов	1.Назначение подогревателя низкого давления 2.Назначение котла-утилизатора 3.Назначение сетевых подогревателей

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Принципиальная тепловая схема теплофикационной паротурбинной установки, назначение и принцип работы
2. Методика проведения наладочного расчета тепловой сети
3. Построить электронную модель теплового пункта

Процедура проведения

Проводится в устной форме. Ответы на пункты задания после подготовки продолжительностью 45 минут.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1пк-2 Способен участвовать в проектировании систем теплоэнергоснабжения городов

Вопросы, задания

1. Теплофикация (когенерация). Способы отпуска тепловой энергии от ТЭЦ
2. Расчет надежности системы теплоснабжения.
3. Способы подключения абонентов тепловой сети.
4. Мероприятия по повышению надежности работы тепловых сетей
5. Ключевые задачи и особенности разработки схем теплоснабжения
6. Особенности составления Мастер-плана схемы теплоснабжения
7. Электронные модели тепловых сетей
8. Электронные модели тепловых пунктов
9. Методика выполнения наладочного расчета тепловой сети
10. Методика выполнения поверочного расчета тепловой сети
11. Методика выполнения конструкторского расчета тепловой сети

Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.1. Функционал и особенности настройки слоя в Zulu Thermo.
2. Паспортизация котельной и абонентов в Zulu Thermo.

Ответы:

Ответы озвучиваются студентами в устной форме при проведении зачета.

Верный ответ: Студенты могут использовать математическую модель в качестве вспомогательного инструмента при ответе на вопросы.

- 2.1. Паспортизация трубопроводов и абонентов в Zulu Steam.
2. Функционал и особенности настройки слоя в Zulu Steam.

Ответы:

Ответы озвучиваются студентами в устной форме при проведении зачета.

Верный ответ: Студенты могут использовать математическую модель в качестве вспомогательного инструмента при ответе на вопросы.

- 3.1. Функционал и особенности настройки рабочей области в Ebsilon.
2. Особенности моделирования паротурбинной установки в Ebsilon.

Ответы:

Ответы озвучиваются студентами в устной форме при проведении зачета.

Верный ответ: Студенты могут использовать математическую модель в качестве вспомогательного инструмента при ответе на вопросы.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».