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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Устойчивое развитие в энергетике и промышленности

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Оценочные материалы
по дисциплине
Теория интенсивного энергосбережения

Москва
2025

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Попов С.К. Идентификатор: R7e4207b7-PopovSK-0280b823	С.К. Попов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Злывко О.В. Идентификатор: Ra785d4c7-ZlyvkoOV-49c1f249	О.В. Злывко
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-2 Способен осуществлять разработку, модернизацию объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с учетом критериев концепции устойчивого развития

ИД-2 Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в энергетике и промышленности

ИД-3 Определяет технико-экономические показатели объектов теплоэнергетики и теплотехники, проводит анализ эффективности применения проектных решений

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выступление (доклад)

1. КМ-5. Доклад с презентацией курсового проекта на конференции (Проблемная лекция)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. КМ-2. Исследование тепловой схемы идеализированной теплотехнологической установки (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1.Основные понятия о тепловой работе ВТУ (Контрольная работа)
2. КМ-3. Аппроксимация результатов исследования теплотехнологической установки (Контрольная работа)
3. КМ-4. Исследование тепловой схемы теплотехнологической установки (Контрольная работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1.Основные понятия о тепловой работе ВТУ (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2. Исследование тепловой схемы идеализированной теплотехнологической установки (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3. Аппроксимация результатов исследования теплотехнологической установки (Контрольная работа)

КМ-4 КМ-4. Исследование тепловой схемы теплотехнологической установки (Контрольная работа)

КМ-5 КМ-5. Доклад с презентацией курсового проекта на конференции (Проблемная лекция)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	7	11	13	15
Теория интенсивного энергосбережения как средство создания эффективных процессов и установок						
Теория интенсивного энергосбережения как методология создания энергоэффективных высокотемпературных процессов и установок		+				
Разработка и исследование тепловых схем идеализированных теплотехнологических установок (ИТТУ). Определение потенциала интенсивного энергосбережения		+				
Исследование действующих установок						
Анализ результатов исследования высокотемпературных процессов и установок			+			
Исследование тепловых схем действующих теплотехнологических установок			+			
Перспективные модели энергосберегающих установок. Исследование внешнего и сопряженного теплообмена						
Исследование перспективных моделей энергосберегающих ТТУ. Определение энергосберегающего эффекта				+		
Внешний радиационный теплообмен в ТТР. Сопряженный теплообмен в ТТР				+		
Использование численных методов в исследованиях процессов и установок						
Численные методы расчета нестационарной теплопередачи в ТТУ					+	+
Теплообмен и движение мелкодисперсных частиц в высокотемпературном потоке					+	+
	Вес КМ:	10	20	25	30	15

БРС курсовой работы/проекта

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий <u>текущего контроля</u> успеваемости по курсовой работе:

КМ-1 Расчеты и расчетные исследования по выбранному направлению разработки

КМ-2 Расчеты и расчетные исследования по выбранному направлению разработки

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %		
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2
	Срок КМ:	11	15

Обзор технических решений по заданной тематике. Выбор направления разработки	+	
Расчеты и расчетные исследования по выбранному направлению разработки		+
Вес КМ:	35	65

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-2$_{ПК-2}$ Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в энергетике и промышленности	Знать: Классификацию и области применения топливно-энергетических ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения) Уметь: Оценивать потенциал энерго- и ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий.	КМ-2 КМ-2. Исследование тепловой схемы идеализированной теплотехнологической установки (Контрольная работа) КМ-4 КМ-4. Исследование тепловой схемы теплотехнологической установки (Контрольная работа) КМ-5 КМ-5. Доклад с презентацией курсового проекта на конференции (Проблемная лекция)
ПК-2	ИД-3$_{ПК-2}$ Определяет технико-экономические показатели объектов теплоэнергетики и теплотехники, проводит анализ эффективности применения проектных решений	Знать: Законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	КМ-1 КМ-1.Основные понятия о тепловой работе ВТУ (Контрольная работа) КМ-3 КМ-3. Аппроксимация результатов исследования теплотехнологической установки (Контрольная работа)

		Уметь: Рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок	

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1.Основные понятия о тепловой работе ВТУ

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 10
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенту предоставляется 10 вопросов с вариантами ответов. Система оценивания: балл за контрольную работу равен половине количества правильных ответов.

Краткое содержание задания:
Перечень вопросов, которые относятся к ранее изученным дисциплинам и затрагивают теорию горения, высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки, котельные установки, тепломассообмен.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	1.**Величина внутреннего топливного балласта твердого (жидкого) топлива включает в себя:** 1. Содержание азота и кислорода 2. Содержание внутренней влаги 3. Содержание колчеданной серы Ответ: 1 2.**Укажите необходимые исходные данные для выполнения расчета материального баланса равновесного высокотемпературного процесса:** 1. Состав исходных компонентов, соотношения расходов компонентов, перечень равновесных химических реакций, термодинамические параметры продуктов процесса 2. Состав исходных компонентов, соотношения расходов компонентов, перечень химических реакций, степени завершения химических реакций 3. Состав исходных компонентов, перечень химических реакций. 3.**Видимый расход топлива на установку при включении котла-утилизатора на отходящих газах установки:** 1. Увеличится 2. Останется неизменным 3. Уменьшится 4.**Что такое газификация твердого топлива:** 1. Термохимический процесс превращения

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	органической части топлива в горючий газ 2. Физический процесс превращения твердого топлива в горючий газ. Ответ: 1 5.**Преобладающим видом внешнего теплообмена в плотном фильтруемом слое высокотемпературного реактора (например, в доменной печи) является:** 1. радиационный теплообмен между газовым потоком и материалом 2. конвективный теплообмен между газовым потоком и материалом 3. радиационный теплообмен между кусками материала

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
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: 70
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. КМ-2. Исследование тепловой схемы идеализированной теплотехнологической установки

Формы реализации: Компьютерное задание
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Используя компьютерную программу-прототип, студент самостоятельно разрабатывает компьютерную программу и проводит расчетное исследование.

Краткое содержание задания:
Исходные данные:
1) тепловая схема А0 идеализированной стекловаренной печи
2) тепловая схема А2 идеализированной стекловаренной печи
3) Mathcad-программа расчета тепловой схемы А2
Задание: используя Mathcad-программу расчета идеализированной стекловаренной печи с тепловой схемой А2,

1) исследовать зависимости:
– соотношения теплоемкостей потоков материала и газовых отходов,
– температуры отходящих газов,
– видимого удельного расхода топлива
от КО2 - доли кислорода в окислителе.
2) определить граничное значение КО2, при котором происходит переход от тепловой схемы А2 к тепловой схеме А0;
3) построить графики исследованных зависимостей.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: Классификацию и области применения топливно-энергетических ресурсов, правовые, технические, экономические, экологические основы энергосбережения (ресурсосбережения)	1.Что такое идеализированная тепловая схема установки?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Программа разработана самостоятельно, без ошибок. Студент может прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также результаты исследования. Результаты исследования корректные. Иллюстративные графики по результатам исследования построены верно.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Программа разработана самостоятельно. Студент может прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также результаты исследования. Результаты исследования содержат неточности. Иллюстративные графики по результатам исследования построены верно.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: В разработке программы допущены ошибки. Студент затрудняется прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также результаты исследования. В результатах исследования допущены ошибки, однако в процессе собеседования студент проявляет их понимание.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3"

КМ-3. КМ-3. Аппроксимация результатов исследования теплотехнологической установки

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Используя компьютерную программу-прототип, студент самостоятельно разрабатывает компьютерную программу и проводит расчетное исследование.

Краткое содержание задания:

Используя Mathcad-программу расчета $\alpha_{конв}$ – коэффициента конвективной теплоотдачи на наружной поверхности вертикальной стенки высокотемпературного реактора,

1) выполнить исследование зависимости $\alpha_{конв}$ от t – температуры наружной поверхности стенки;
2) построить график зависимости $\alpha_{конв}(t)$;
3) аппроксимировать зависимость $\alpha_{конв}(t)$ гиперболической функцией $y(t)=\frac{a_0 t+a_1}{t+a_2}$. Рассчитать дисперсию, среднеквадратичное отклонение.
4) нанести на график $\alpha_{конв}(t)$ точки, рассчитанные по формуле аппроксимирующей функции.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Рассчитывать и анализировать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнологических установок	1.Построить в среде Mathcad график гиперболической (дробно-линейной) функции и ее асимптоты.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Программа разработана самостоятельно, без ошибок. Студент может прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также результаты исследования. Результаты исследования корректные. Иллюстративные графики по результатам исследования построены верно.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Программа разработана самостоятельно. Студент может прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также результаты исследования. Результаты исследования содержат неточности. Иллюстративные графики по результатам исследования построены верно.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: В разработке программы допущены ошибки. Студент затрудняется прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также результаты исследования. В результатах исследования допущены ошибки, однако в процессе собеседования студент проявляет их понимание.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3".

КМ-4. КМ-4. Исследование тепловой схемы теплотехнологической установки

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 30
Процедура проведения контрольного мероприятия: Используя компьютерную программу-прототип, студент самостоятельно разрабатывает компьютерную программу и проводит расчетное исследование.

Краткое содержание задания:
Контрольная работа включает в свой состав выполнение двух заданий.
Задание № 4.1. Определение теплового потока теплопроводностью через ограждение нагревательной печи в окружающую среду.

Исходные данные

1. Площади элементов ограждения ТТР – свода, боковых стен и пода:

$F_{свод} = 379$ м², $F_{бок} = 141$ м², $F_{под} = 379$ м².

2. Конструкция элементов ограждения ТТР

Элемент	Кол-во слоев	Характеристики слоев: материал – толщина (мм)		
		№ слоя*: 1	2	3
Свод	1	Динас – 300	–	–
Бок	3	Шамот – 200	ШЛ-0,4 – 100	ШВП-350 – 100
Под	2	Хромомагнезит – 100	ШЛ-1,0 – 200	–

*Нумерация слоев – изнутри наружу.

3. Физические свойства материалов ограждения

Материал	Плотность, кг/м³	Удельная теплоемкость, кДж/(кг °С)	Теплопроводность, Вт/(м °С)
Динас		0,85	$1,58+38\cdot10^{-5}\,t$
Шамот	1900	$0,88+23\cdot10^{-5}\,t$	$0,84+58\cdot10^{-5}\,t$
Хромомагнезит		0,829	1,90
ШЛ–1,0	1000	1,17	$0,35+35\cdot10^{-5}\,t$
ШЛ–0,4	400	1,17	$0,10+21\cdot10^{-5}\,t$
ШВП-350	350	1,17	$0,115+9,6\cdot10^{-5}\,t$

Примечание. Температура t – в градусах Цельсия.

4. Температура внутренней поверхности элементов ограждения ТТР – 1300 °С.

5. Коэффициент суммарной теплоотдачи на наружной поверхности – использовать аппроксимации степенной функцией, полученные по данным А.С. Телегина:

$$\alpha_{сум}(t_{нар}) = b_0 + b_1(t_{нар} - 20)^{b_2}.$$

Коэффициенты b_0, b_1, b_2 представлены в таблице.

Элемент ограждения	Значения коэффициентов			σ, Вт/(м²·К)
	b_0	b_1	b_2	
Свод	7,09	0,68	0,562	0,118
Боковая стена	7,20	0,56	0,592	0,093
Под	7,20	0,485	0,614	0,091

Студенту предоставляется Mathcad-файл «Задание 4.1. Тепловой поток в ОС_Экспорт.xmcd».

Студент должен дополнить программу расчетом теплопотерь через боковые стены и под.

Задание № 4.2. Исследование тепловой схемы нагревательной печи

Задание № 4.2. Исследование тепловой схемы нагревательной печи

Объект исследования – тепловая схема нагревательной печи, включающей в свой состав ТТР – теплотехнологический реактор и РПО – регенеративный подогреватель окислителя. Для расчета параметров РПО используется число единиц переноса – *NTU*. Тепловые потери через ограждение ТТР определены при выполнении задания 4.1.

Содержание задания

1. Исследовать зависимость видимого удельного расхода топлива $b_{вид}$ и температуры горячего окислителя $t_{гор.ок}$ от *NTU* и K_{O_2} – доли кислорода в окислителе: $b_{вид} = f_1(NTU, K_{O_2}), t_{гор.ок} = f_2(NTU, K_{O_2})$. Построить графики зависимостей.
2. Построить серию графиков зависимостей $t_{гор.ок} = f(K_{O_2})$ при значениях $NTU = 1; 2; 3; 5$.
3. Используя кубическую сплайн-интерполяцию, построить гладкую кривую зависимости $t_{гор.ок}$ от *NTU* при $K_{O_2} = 0,3$.
4. Выполнить аппроксимацию температуры окислителя функцией двух переменных: $t_{гор.ок} = t_{гор.ок}(NTU, K_{O_2})$.
5. Аппроксимировать полученные зависимости функциями двух переменных.
6. Построить график поверхности $t_{гор.ок} = t_{гор.ок}(NTU, K_{O_2})$ в трехмерной системе координат.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Оценивать потенциал энерго- и ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий.	1.Определить максимальный уровень числа единиц переноса (NTU), выше которого дальнейшее увеличение NTU нецелесообразно. Обосновать сделанный вывод.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Программа разработана самостоятельно, без ошибок. Студент может прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также результаты исследования. Результаты исследования корректные. Иллюстративные графики по результатам исследования построены верно.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Программа разработана самостоятельно. Студент может прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также

результаты исследования. Результаты исследования содержат неточности. Иллюстративные графики по результатам исследования построены верно.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: В разработке программы допущены ошибки. Студент затрудняется прокомментировать каждую строку / оператор в тексте программы, а также результаты исследования. В результатах исследования допущены ошибки, однако в процессе собеседования студент проявляет их понимание.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3".

КМ-5. КМ-5. Доклад с презентацией курсового проекта на конференции

Формы реализации: Выступление (доклад)
Тип контрольного мероприятия: Проблемная лекция
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: В конце семестра организуется конференция, на которой студент выступает с докладом по курсовому проекту. Содержание доклада и презентация к нему обсуждаются во время аудиторных консультаций по курсовому проекту.

Краткое содержание задания:
Задание на подготовку доклада и презентации входит как составная часть в задание на курсовой проект.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: Оценивать потенциал энерго- и ресурсосбережения на объекте деятельности за счет проведения ресурсосберегающих мероприятий.	1.Выполнить анализ структуры теплового баланса теплотехнологического объекта и сформулировать направления энергосбережения в данном объекте.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Задание на курсовой проект выполнено полностью. Обзор энергосберегающих мероприятий достаточно полный. Анализ характеристик теплотехнологического объекта характеризуется полнотой, качеством исполнения. Содержание доклада раскрывает тематику работы. Презентация выполнена качественно и информативно. Уровень представления материала слушателям достаточно высокий.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Задание на курсовой проект выполнено полностью. Обзор энергосберегающих мероприятий достаточно полный, но есть недочеты. Анализ характеристик теплотехнологического объекта характеризуется полнотой, качеством исполнения, но допущены недочеты. Содержание доклада неполностью раскрывает тематику работы. Презентация недостаточно информативна, осложняет восприятие работы. Уровень представления материала слушателям нуждается в доработке.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Задание на курсовой проект выполнено полностью, но недостаточно качественно. Обзор энергосберегающих мероприятий явно неполный. Анализ характеристик теплотехнологического объекта недостаточно качественный, допущены ошибки. Содержание доклада неполностью раскрывает тематику работы. Презентация недостаточно информативна, осложняет восприятие работы. Ответы на вопросы неполные, проявляется недостаточно уверенное владение материалом.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3".

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

МЭИ

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №

Кафедра ИТНО

Дисциплина Методы создания и исследования ВПУ

Институт ИЭВТ

Утверждаю
Зав. кафедрой

1. Задачи интенсивного энергосбережения. Алгоритм решения данных задач для разрабатываемого теплотехнологического объекта.

2. Термическая рекуперация тепловых отходов. Термохимическая рекуперация на основе конверсии природного газа. Тепловые схемы установок с термохимической рекуперацией теплоты газовых отходов.

3. Задание
Рассматривается идеализированный противоточный теплообменник, в котором теплоемкость потока холодного теплоносителя $W_{хол}$ больше, чем теплоемкость потока горячего теплоносителя $W_{гор}$, т.е. $W_{хол} > W_{гор}$. Сформулируйте условия идеализации теплообменника и представьте тепловые графики для теплоносителей.

Процедура проведения

Устный экзамен

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2$_{ПК-2}$ Разрабатывает мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в энергетике и промышленности

Вопросы, задания

1.Видимый удельный расход топлива, суммарный удельный расход топлива, приведенный удельный расход топлива. Определение энергосберегающего эффекта при переходе с топливно-воздушного на топливно-кислородный источник энергии. Определение энергосберегающего эффекта при внешнем дополнительном теплоиспользовании.

2.Разновидности математических моделей. Источники информации для разработки математической модели. Параметрическая идентификация или адаптация математической модели. Планирование многофакторного исследования процесса (установки).

3.Термодинамически идеальный теплотехнологический объект: определение, использование в рамках концепции интенсивного энергосбережения. Потенциал интенсивного энергосбережения. Степень реализации потенциала интенсивного энергосбережения.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.С помощью каких теплоносителей можно организовать термическую рекуперацию теплоты отходящих газов топливной печи?

Ответы:

Правило получения ответа: нарисовать тепловую схему топливной печи, выделить входящие в печь материальные потоки

Верный ответ: Термическую рекуперацию теплоты отходящих газов топливной печи можно организовать посредством топлива, окислителя, исходного материала

2.В чем состоит различие между термической и термохимической рекуперацией тепловых отходов.

Ответы:

Правило получения ответа: вспомнить определения

Верный ответ: В случае термической рекуперации происходит приращение энтальпии регенерирующего теплоносителя без изменения его химического состава. Например, подогрев окислителя с использованием теплоты отходящих газов. В случае термохимической рекуперации приращение энтальпии регенерирующего теплоносителя протекает с изменением его химического состава. В результате обеспечивается более высокая степень регенерации теплового отхода, так как в этом случае тепловой отход используется на повышение не только физической, но и химически связанной теплоты регенерирующего теплоносителя.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-З$_{ПК-2}$ Определяет технико-экономические показатели объектов теплоэнергетики и теплотехники, проводит анализ эффективности применения проектных решений

Вопросы, задания

1.Разновидности теплотехнологических объектов, их иерархическая структура. Методологии решения проблемы энергосбережения. Основные положения концепции интенсивного энергосбережения.

2.Классификация методов исследования высокотемпературных процессов и установок. Различие между активным и пассивным экспериментом. Интерполяция и аппроксимация данных, способы их реализации в среде Mathcad.

3.Классификация теплотехнологических процессов по температурному графику.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Назовите свойства, которыми, по определению, характеризуется термодинамически идеальная печь.

Ответы:

Теоретический минимум расхода топлива; адиабатность ограждения рабочего пространства; полное сгорание топлива без избытка окислителя; возможность соприкосновения (наличие общих точек) температурных графиков сред, участвующих в теплообмене; противоток; нулевое самопотребление энергии

Верный ответ: Теоретический минимум расхода топлива; адиабатность ограждения рабочего пространства; полное сгорание топлива без избытка окислителя; возможность соприкосновения (наличие общих точек) температурных графиков сред, участвующих в теплообмене; противоток; нулевое самопотребление энергии

2.Дайте определение эффективности теплообменника.

Ответы:

Правило получения ответа: вспомнить определение

Верный ответ: Эффективность теплообменника - отношение фактически переданного количества теплоты к максимально возможному количеству переданной теплоты

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной

дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы, и неправильно выполнившему практическое задание. Неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно». Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: - после начала экзамена отказался его сдавать; - нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.).

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ». В приложение к диплому выносится оценка за семестр и за курсовой проект.

Для курсового проекта/работы:

2 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Студент представляет расчетно-пояснительную записку и графический материал, допущенные научным руководителем к защите. Рекомендуется представление презентации. Защита принимается комиссией из преподавателей. В процессе защиты: 1) заслушивается сообщение студента о выполненной работе; 2) задаются вопросы по содержанию выполненной работы; 3) оценивается качество оформления материалов. По окончании защиты комиссия принимает решение об оценке за защиту. Оценка за защиту доводится до сведения студента. Итоговая оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Задание на курсовой проект выполнено полностью. Обзор энергосберегающих мероприятий достаточно полный. Исследование выбранных энергосберегающих технических решений характеризуется полнотой, все вопросы детально проработаны. Графическая часть проекта выполнена качественно. В процессе защиты студент продемонстрировал уверенное владение материалом.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Задание на курсовой проект выполнено полностью. Обзор энергосберегающих мероприятий достаточно полный, но есть недочеты. Исследование выбранных энергосберегающих технических решений характеризуется достаточной полнотой, но имеются недоработки и недочеты. Графическая часть проекта выполнена качественно. В процессе защиты студент продемонстрировал достаточный уровень владения материалом, но допустил при ответах на вопросы некоторые ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Задание на курсовой проект выполнено полностью, но недостаточно качественно. Обзор энергосберегающих мероприятий явно неполный. Исследование выбранных энергосберегающих технических решений проведено с ошибками. Графическая часть проекта выполнена недостаточно качественно. Ответы на вопросы неполные, проявляется недостаточно уверенное владение материалом.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Невыполнение критериев, предъявляемых для получения оценки "3".

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка за семестр определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих. Оценка за курсовой проект определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой

составляющей и оценки за защиту. В приложение к диплому выносится оценка за семестр и за курсовой проект.