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: Энергетика предприятий и водородные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Оценочные материалы
по дисциплине
Проектирование промышленных объектов

Москва
2025

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Строгонов К.В. Идентификатор: Rad748820-StrogonovKV-3f34a28b	К.В. Строгонов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Рогалев А.Н. Идентификатор: Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b	А.Н. Рогалев
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 участвовать в проектировании и эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств и систем

ИД-1 Принимает участие в проектировании технологических схем и теплотехнического оборудования энергоемких производств и систем

ИД-2 Принимает участие в эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств и систем

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния (Домашнее задание)
2. КМ-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ (Домашнее задание)
3. КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки (Домашнее задание)
4. КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-2 Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ» (Контрольная работа)
2. КМ-7 Контрольная работа №2 «Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. КМ-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ (Реферат)

БРС дисциплины

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ (Реферат)

КМ-2 КМ-2 Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ» (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния (Домашнее задание)

КМ-4 КМ-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ (Домашнее задание)

КМ-5 КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой

гарниссажной футеровки (Домашнее задание)

КМ-6 КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ (Контрольная работа)

КМ-7 КМ-7 Контрольная работа №2 «Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ» (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	3	6	8	10	11	12	14
Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения								
Значение производственных теплотехнологических объектов ВТУ в промышленности, оценка их производственных, энергетических, экологических и технико-экономических показателей. Термины и определения		+	+					
Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ								
Общие основы и организация проектирования теплотехнологического объекта ВТУ		+	+					
Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ								
Расчет и оптимизация ограждений рабочих камер теплотехнологического объекта ВТУ				+	+	+	+	
Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация								
Надежность теплотехнологического объекта ВТУ, ее расчет и оптимизация				+	+	+	+	
Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе								
Компоновка теплотехнологического объекта ВТУ и размещение оборудования в цехе				+	+	+	+	
Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ								
Проектная документация теплотехнологического объекта ВТУ							+	+
Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора								
Пуск и наладка ВТУ. Организация и задачи авторского надзора							+	+
Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов								

Эксплуатация теплотехнологических объектов. Задачи и организация эксплуатации теплотехнологических объектов						+	+
Вес КМ:	20	20	10	10	5	20	15

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-1$_{ПК-2}$ Принимает участие в проектировании технологических схем и теплотехнического оборудования энергоемких производств и систем	Знать: – правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности – принципы эффективной работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий Уметь: – соблюдать правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и	КМ-1 КМ-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ (Реферат) КМ-2 КМ-2 Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ» (Контрольная работа) КМ-6 КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ (Контрольная работа) КМ-7 КМ-7 Контрольная работа №2 «Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ» (Контрольная работа)

		коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности – анализировать конструкции систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий по чертежам и оценивать эффективность дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов ВТУ	
ПК-2	ИД-2$_{ПК-2}$ Принимает участие в эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств и систем	Знать: – методы энерго- и ресурсосбережения систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий – методы оценки и нормативы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники Уметь: – применять мероприятия	КМ-2 КМ-2 Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ» (Контрольная работа) КМ-3 КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния (Домашнее задание) КМ-4 КМ-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ (Домашнее задание) КМ-5 КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки (Домашнее задание)

		по снижению выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники – выполнять тепловые расчеты ограждений при различных режимах работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. КМ-1 Изучение и анализ конструкции ВТУ

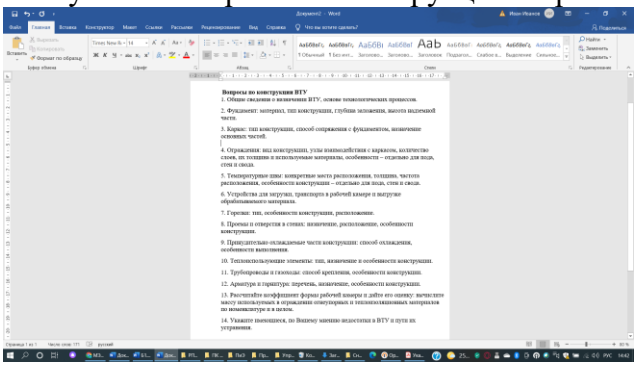
Формы реализации: Проверка задания
Тип контрольного мероприятия: Реферат
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент по чертежам заданной ВТУ готовит письменный отчет, содержащий ответы на вопросы по конструкции ВТУ.

Краткое содержание задания:

На данном практическом занятии планируется подробное изучение рабочих чертежей различных высокотемпературных теплотехнических установок

Примеры заданий

1. Изучить по чертежам конструкцию ванной стекловаренной печи.
2. Изучить по чертежам конструкцию колпаковой печи.
3. Изучить по чертежам конструкцию нагревательного колодца
4. Изучить по чертежам конструкцию барабанной вращающейся печи



Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: – принципы эффективной работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	1.Привести общие сведения о назначении ВТУ, основе технологических процессов
Уметь: – соблюдать правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности	1.Укажите имеющиеся, по Вашему мнению недостатки в ВТУ и пути их устранения

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Даны правильные ответы даны на все вопросы, содержание ответов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Ответы на вопросы в основном правильные, но имеются неточности.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Ответы на вопросы содержат ошибки. Вместе с тем выполненное задание позволяет обнаружить у студента минимально необходимый объем знаний.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования, необходимые для получения оценки «3».

КМ-2. КМ-2 Контрольная работа №1 «Значение производственных ВТУ. Основы и организация проектирования ВТУ»

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает три вопроса и отвечает на них письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания.

Краткое содержание задания:
Примеры вопросов контрольной работы
1. Расскажите о назначении ВТУ. Дайте примеры конкретных установок.
2. Чем обусловлено значение ВТУ в промышленном производстве?
3. Перечислите процессы, протекающие в ВТУ.
4. Назовите шесть принципов эффективной работы ВТУ. Что может дать их реализация?
5. Что мешает полной реализации этих принципов?
6. Каков выход из внутренней противоречивости принципов эффективной работы ВТУ? Приведите примеры.
7. Назовите конструктивные элементы, составляющие структурную схему ВТУ.
8. Чем обусловлена высокая экологическая эффективность термического обезвреживания отходов?
9. Какие основные эколого-энерготехнологические параметры определяют экологическую, экономическую эффективность и надежность процесса обезвреживания отходов?
10. Какие типы термических реакторов целесообразно использовать для обезвреживания жидких органических отходов?

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: – принципы эффективной работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	1.Назовите шесть принципов эффективной работы ВТУ.
Знать: – методы оценки и нормативы выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники	1.Чем обусловлена высокая экологическая эффективность термического обезвреживания отходов?
Уметь: – применять мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в	1.Выберите типы термических реакторов, которые целесообразно

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
окружающую среду для объектов теплоэнергетики и теплотехники	использовать для обезвреживания жидких органических отходов?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Ответы на вопросы и комментарии правильные, полные.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Ответы на вопросы и комментарии в основном правильные, но полнота недостаточная.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Ответы на вопросы и комментарии недостаточные, вместе с тем в процессе обсуждения работы студент проявил минимально необходимый объем знаний.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования, предъявляемые для получения оценки "3".

КМ-3. КМ-3 Тепловой расчет ограждений при разогреве ВТУ из холодного состояния

Формы реализации: Выполнение задания
Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание
Вес контрольного мероприятия в БРС: 10
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты по выданной методике расчета выполняют индивидуальное задание.

Краткое содержание задания:

Для своего индивидуального задания по индивидуальным данным в соответствии с алгоритмом расчета:

1. Установить длительность достижения стационарного состояния обмуровки τ^*, ч.
2. Определить теплопоглощение $\tilde{q}_\Sigma$ (МДж/м^2) и среднюю плотность теплового потока q_Σ (Вт/м^2) за время $(\tau_1 + \tau_2)$.
3. Выполнить в масштабе эскиз стенки и график разогрева, отметив на нем τ^*.
4. Проанализировать результат расчета:
   - насколько далеко заданное время $(\tau_1 + \tau_2)$ от достижения τ^*
   - оценить величину q_Σ (много, мало) и вклад составляющих $q_{\text{акк}}/q_{\text{ос}}$
   - рекомендовать меры и дать предложения
   - в процессе расчета пояснить действия и комментировать промежуточные результаты.
5. Оформить индивидуальное задание и сдать его на проверку.

№ вар.	Располо-жение обмуровки	b_1, мм	Материал 1-го слоя	b_2, мм	Материал 2-го сло
1	Стена	348	Муллитовый огнеупор	130	ШЛ-0,4
2	Свод	300	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6
3	Свод	480	Динасовый огнеупор	250	ШЛ-0,6
4	Стена	696	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6
5	Свод	420	Периклазо-хромитовый огнеупор	70	Вермикулит зер-нистый вспученный марка 125
6	Под	464	Муллитовый огнеупор	250	ШЛ-0,6
7	Свод	380	Динасовый огнеупор	250	ШЛ-0,6
8	Стена	232	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6
9	Под	696	Форстеритовый огнеупор	250	ШЛ-0,6
10	Стена	365	Динасовый огнеупор	230	ШЛ-0,4
11	Свод	300	Шамотный огнеупор	115	ШЛ-0,9
12	Стена	348	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6
13	Стена	232	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6
14	Стена	232	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6
15	Стена	464	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-0,6
16	Свод	380	Динасовый огнеупор	250	ШЛ-0,6
17	Под	696	Периклазовый	250	ШЛ-0,6

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: – методы энерго- и ресурсосбережения систем энергообеспечения и использования	1.Какой метод лежит в основе инженерной методики расчета.

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
топлива для промышленных и коммунальных предприятий	разогрева ограждения ВТУ для достижения стационарного состояния?
Уметь: – выполнять тепловые расчеты ограждений при различных режимах работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	1.Выполнить в масштабе эскиз обмуровки и график разогрева ВТУ, отметив на нем время достижения стационарного состояния.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов неполное, имеются недочеты и ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Расчеты выполнены с ошибками, содержание выводов неверное, имеются недочеты.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования, необходимые для получения оценки «3».

КМ-4. КМ-4 Тепловой расчет ограждений при циклической работе ВТУ

Формы реализации: Выполнение задания
Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание
Вес контрольного мероприятия в БРС: 10
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты по выданной методике расчета выполняют индивидуальное задание.

Краткое содержание задания:

. Расчет $\tilde{q}_{\Sigma}$ с пересчетом на кг условного топлива (29,31 МДж/кг у.т.) из результатов.

а). Оценка величин $t_{\text{н}}$, $q_{\text{ос}}^{\text{н}}$, $\tilde{q}_{\Sigma}$ (кг у.т. за цикл, за месяц непрерывной работы РК) много, мало.

б). Соотношение $\tilde{q}_{\text{ак}}$ и $\tilde{q}_{\text{ос}}$ в $\tilde{q}_{\Sigma}$, их доли.

в). Как снизить $\tilde{q}_{\Sigma}$ (см. формулы) – дать рекомендации.

. Представить в масштабе график цикла и разрез обмуровки.

№ вар.	Располо-жение обмуровки	b_1, мм	Материал 1-го слоя	b_2, мм	Материал 2-го слоя	t_1, °С	t_2, °С	$t_{\text{ос}}$, °С
1	Стена	696	Периклазовый огнеупор	250	ШЛ-1,3	900	1500	35
2	Стена	300	Кварцевый брус	250	ШЛ-0,4	700	1100	25
3	Свод	380	Динасовый огнеупор	125	ШЛ-0,8	800	1400	40
4	Под	348	Шамотный огнеупор	250	ШЛ-1,0	500	1300	35
5	Под	696	Шамотный огнеупор	125	ШЛ-1,0	600	1300	35
6	Свод	380	Динасовый огнеупор	250	ШЛ-1,0	700	1400	40
7	Свод	480	Хромитопери-клазовый огнеупор	125	ШЛ-0,4	980	1460	40
8	Стена	232	Корундовый огнеупор	250	ШЛ-1,3	800	1600	20
9	Под	696	Графитовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	600	1600	20
10	Под	348	Форстеритовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	900	1500	20
11	Свод	464	Динасовый огнеупор	250	ШЛ-0,6	700	1400	20
12	Свод	380	Динасовый огнеупор	46	Вермикулит зер-нистый вспученный, марка 125	550	1550	52
13	Стена	348	Динасовый огнеупор	115	ШЛ-0,9	500	1500	32
14	Свод	380	Шамотный огнеупор	64	Вермикулит зер-нистый вспученный, марка 150	480	1560	47
15	Под	300	Бакор 41	65	ДЛ-1,2	680	1620	43
16	Свод	232	Полукислый огнеупор	250	ШЛ-0,9	700	1200	35
17	Стена	580	Периклазовый огнеупор	65	ШЛ-0,4	800	1560	33

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: – методы энерго- и ресурсосбережения систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	1.Чем характеризуется циклический режим работы ВТУ?
Уметь: – выполнять тепловые расчеты ограждений при различных режимах работы систем энергообеспечения и	1.Представить в масштабе график цикла и разрез

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	обмуровки

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов неполное, имеются недочеты и ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Расчеты выполнены с ошибками, содержание выводов неверное, имеются недочеты.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования, необходимые для получения оценки «3».

КМ-5. КМ-5 Тепловой расчет и обеспечение надежной работы принудительно охлаждаемой гарниссажной футеровки

Формы реализации: Выполнение задания
Тип контрольного мероприятия: Домашнее задание
Вес контрольного мероприятия в БРС: 5
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты по выданной методике расчета выполняют индивидуальное задание.

Краткое содержание задания:

Для полученного решения дать в масштабе:

- толщины слоев и распределение температуры по толщине ПОГФ (Рис. 2)
- фрагмент конструкции (2 проекции) с размерами и шипами (Рис. 4)

№ вар.	Вид охлаждения	$\alpha_{охл}$, Вт/м·К	$t_{охл}$, °С	Набивка
1	Водяное	500	40	Карбидкремниевая $\rho_н$=2100кг/м^3
2	Испарит.	4000	120	Корундовая
3	Водяное	500	40	Карбидкремниевая $\rho_н$=2500кг/м^3
4	Испарит.	4000	120	Хромитовая ПХМ-6
5	Водяное	500	40	Корундовая
6	Испарит.	4000	120	Хромитовая ПХМ-1
7	Водяное	500	40	Периклазохромитова
8	Испарит.	4000	120	Периклазовая
9	Водяное	500	40	Хромитопериклазова
10	Испарит.	4000	120	Хромитопериклазова
11	Водяное	600	30	Хромитовая ПХМ-6
12	Водяное	600	30	Корундовая
13	Водяное	600	30	Периклазохромитова
14	Водяное	600	30	Периклазовая
15	Водяное	600	30	Карбидкремниевая $\rho_н$=2500кг/м^3
16	Испарит.	5000	130	Хромитовая ПХМ-6
17	Испарит.	5000	130	Периклазовая

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: – методы энерго- и ресурсосбережения систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий	1.Что такое гарниссаж?
Уметь: – выполнять тепловые расчеты ограждений при различных режимах работы систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных	1.Изобразить эскиз ПОГФ

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
предприятий	

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов неполное, имеются недочеты и ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Расчеты выполнены с ошибками, содержание выводов неверное, имеются недочеты

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования, необходимые для получения оценки «3».

КМ-6. КМ-6 Расчет и оптимизация надежности ВТУ

Формы реализации: Выполнение задания
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 20
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты по выданной методике расчета выполняют индивидуальное задание.

Краткое содержание задания:

Для имеющегося числа (n) элементов ВТУ с известными τ_{pi} рассчитать:

1). Вероятную длительность межремонтной рабочей кампании $\tau_{уст}$, ч .

2). То же для ВТУ с дублированием замещением одного элемента с минимальной надежностью: $\tau^{д}_{уст}$, ч .

3). Для исходной установки и ВТУ с дублированным элементом найти $Q_{уст}(\tau)$ для диапазона τ от 0 до ~ $2\tau^{д}_{уст}$.

4). Построить зависимости P, Q, $B_н$, $Э_р = \varphi(\tau)$ на *одном* графике.

5). Провести анализ полученных результатов и сделать *конкретные* выводы.

Задание:

Общие исходные данные: $P_{год}/\left(P_{уст} \cdot 8760\right.$

$E_н = 0{,}15;\ \alpha_{ам} = 0{,}1$ год$^{-1}$.

1). Составить целевую функцию. Проверить

2). Найти $\Delta З = \varphi(\varepsilon)$, задавая ε, и построит

$\varepsilon_{опт}$ и $\Delta З_{опт}$. Составить сводную таблицу.

3). Сопоставить исходный и оптимальный

образцу). $K_{уст}$, $\tau_р$, z, $n_{рем}$, N, $S_{рем}$, $S_{з.пл}$.

Задание:

Общие исходные данные: $P_{\text{год}}/\left(P_{\text{уст}} \cdot 8760\right)$

$E_{\text{н}} = 0{,}12;\ \alpha_{\text{ам}} = 0{,}13$ год$^{-1}$; $\tau_{\text{рем}} = 240$ ч

$n_0 = 11$.

1). Составить целевую функцию. Проверить е

2). Найти зависимость $\Delta З = \varphi(K_{\text{р}}^{*}$ или $a)$, п
количество дублированных элементов (a), на
найти $K_{\text{р}}^{\text{опт}}$. Составить сводную таблицу.

3). Сопоставить исходный и оптимальный ва
характеристикам.

4). Проанализировать полученные результат
заключение – *конкретно* по *своим* материала

№ вар.	№ i-го элемента и средняя длительность его межремонтной кампании						$\overline{K_{уст.о}}$ тыс.руб/уст	$\tau_{раб.о}$, ч	$\overline{S_{рем.о}}$ тыс.руб/рем. уст	$\tau_{рем}$, ч/рем
	1	2,3	4,5	6,7	8,9,10	11,12				
1	10^3	$2\cdot10^3$	$4\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	10^4	$2{,}5\cdot10^4$	85	900	8	170
2	$4\cdot10^3$	10^4	$2\cdot10^4$	$5\cdot10^4$	$8\cdot10^4$	10^5	95	1000	9	180
3	$5\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	$2\cdot10^4$	$5\cdot10^4$	$5\cdot10^4$	10^5	105	1100	10	190
4	$2\cdot10^3$	$4\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	10^4	$2\cdot10^4$	115	1200	11	200
5	10^3	$2{,}5\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	$8\cdot10^3$	10^4	$4\cdot10^4$	125	1300	12	210
6	$2{,}5\cdot10^3$	$4\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	10^4	$2\cdot10^4$	$5\cdot10^4$	135	1400	13	220
7	10^4	$2\cdot10^4$	$2{,}5\cdot10^4$	$5\cdot10^4$	10^5	$2{,}5\cdot10^5$	145	1500	14	230
8	$2\cdot10^4$	10^4	10^5	$2\cdot10^5$	$4\cdot10^5$	$5\cdot10^5$	155	1600	15	240
9	$2{,}5\cdot10^3$	$4\cdot10^3$	10^4	$4\cdot10^4$	10^4	$4\cdot10^5$	165	1700	**16**	250
10	$5\cdot10^2$	10^3	$2\cdot10^3$	$4\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	$8\cdot10^3$	160	1800	16	260
11	$4\cdot10^2$	$5\cdot10^2$	$8\cdot10^2$	10^3	$2\cdot10^3$	$4\cdot10^3$	80	1200	8	190
12	$2{,}5\cdot10^2$	$4\cdot10^2$	$5\cdot10^2$	$8\cdot10^2$	10^3	$2\cdot10^3$	90	1300	9	200
13	$8\cdot10^2$	$2\cdot10^3$	$2{,}5\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	$8\cdot10^3$	10^4	100	1400	10	210
14	$5\cdot10^2$	$8\cdot10^2$	10^3	$2{,}5\cdot10^3$	$4\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	110	1500	11	220
15	$2{,}5\cdot10^3$	$8\cdot10^3$	10^4	$2\cdot10^4$	$4\cdot10^4$	10^5	120	1600	12	230
16	$4\cdot10^2$	$5\cdot10^2$	$8\cdot10^2$	10^3	$4\cdot10^3$	$8\cdot10^3$	130	1700	13	240
17	$4\cdot10^2$	10^3	$2\cdot10^3$	$5\cdot10^3$	10^4	$5\cdot10^4$	140	1800	14	250

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: – правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности	1.Какие существуют пути повышения надежности ВТУ?
Уметь: – анализировать конструкции систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий по чертежам и оценивать эффективность дополнительной тепловой изоляции конструктивных элементов ВТУ	1.Определить оптимальный по надежности вариант путем дублирования некоторого числа элементов ВТУ

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов исчерпывающе полное, имеются мелкие недочеты.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Все расчеты выполнены, содержание выводов неполное, имеются недочеты и ошибки.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Расчеты выполнены с ошибками, содержание выводов неверное, имеются недочеты.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования, необходимые для получения оценки «3».

КМ-7. КМ-7 Контрольная работа №2 «Расчет и оптимизация ограждений ВТУ. Компоновка ВТУ. Пуск, наладка и эксплуатация ВТУ»

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 15
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студент получает три вопроса (2 теоретических и 1 задача) и отвечает на них письменно согласно номеру (варианту) индивидуального задания.

Краткое содержание задания:

1. Какими конструктивными приемами обеспечивается достаточность кладки стен рабочих камер разной высоты?
2. Какого рода напряжения и по каким причинам испытывает распорный свод в горячем состоянии?
3. Каковы требования к теплоизоляционным материалам пода рабочей камеры ВТУ?
4. Сформулируйте постановку задачи поверочного и конструктивного расчетов футеровки, работающей в стационарном тепловом режиме.
5. Каковы условия обеспечения надежной работы футеровки и способы ее повышения?
6. От каких факторов зависит требуемая толщина температурных швов?
7. Где больше и почему расстояние между температурными швами в кладке или монолитной футеровке?
8. Какие изменения и каких факторов позволяют обеспечить требования надежной работы ПОГФ?
9. Как можно при проектировании циклически работающей ВТУ получить ограждение с низким $q_{ак}$?

Регенеративная ванная стекловаренн

$F_{р.к} = 424$ м^2 , производительностью 360 т/

работающая на природном газе с $Q^{с}_{н} = 35040$

Расход топлива: $B = 6134{,}4$м/ч.

Статьи теплового баланса, кВт: $Q_{т.п} =$

$Q_{г.в} - Q_{х.в} = 18594$; $Q^{р.к}_{о.с} = 3800$;

Определить показатели энергетическо

рабочей камеры.

Состав расплава: $SiO_2 = 54\%$, $Na_2O = 12\%$

$Al_2O_3 = 3\%$, $FeO = 3\%$.

$t_{рк} = 1600\ ^{o}C$, в рабочей камере – окислите

Подобрать огнеупор для футеровки рабоч

и пояснить.

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: – правила, инструкции и задачи по эксплуатации систем энергообеспечения и использования топлива для промышленных и коммунальных предприятий для обеспечения экологической безопасности	1.Что такое авария? Каковы ее причины и последствия?

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 90
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 90 % задания. Задача решена верно. Ответы на вопросы и комментарии правильные, полные.

Оценка: 4 («хорошо»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 80
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 80 % задания. Решение задачи содержит ошибки. Ответы на вопросы и комментарии в основном правильные, но полнота недостаточная.

Оценка: 3 («удовлетворительно»)
Нижний порог выполнения задания в процентах: 70
Описание характеристики выполнения знания: Выполнено не менее 70 % задания. Количественное решение задачи отсутствует, а качественное выполнено в целом правильно. Ответы на вопросы и комментарии недостаточные, вместе с тем в процессе обсуждения работы студент проявил минимально необходимый объем знаний.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования, предъявляемые для получения оценки "3".

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

МЭИ	**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1** **Кафедра ЭВТ**	*Утверждаю Зав. кафедрой*
	Дисциплина **Специальные вопросы проектирования и эксплуатации ВТУ**	
	Институт **ИЭВТ**	
Задача к билету 1 Регенеративная ванная стекловаренная печь с площадью пода $F_{р.п}$ = 424 м^2, производительностью 360 т/сут расплава оконного стекла, работающая на природном газе с Q ₤ = 35040 кДж/м^3. Расход топлива: B = 6134,4м/ч. Статьи теплового баланса, кВт: $Q_{т.п}$ = 17336; $Q_{РВ} - Q_{ХВ}$ = 18594; $Q^{\circ}_{с}$ = 3800; $Q_{пс}$ = 3442. Определить показатели энергетической эффективности ограждения рабочей камеры.		

Процедура проведения

Устный экзамен

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1$_{ПК-2}$ Принимает участие в проектировании технологических схем и теплотехнического оборудования энергоемких производств и систем

Вопросы, задания

1.Расскажите о назначении ВТУ. Дайте примеры конкретных установок. Перечислите процессы, протекающие в ВТУ.

2.Назовите шесть принципов эффективной работы ВТУ. Что может дать их реализация? Каков выход из внутренней противоречивости принципов эффективной работы ВТУ? Приведите примеры.

3.Приведите основные ограничительные критерии при оценке технологий и оборудования термической переработки любых типов органических отходов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Чем различаются понятия «проектирование» и «конструирование»?

Ответы:

Правило получения ответа - вспомнить, о чем идет речь.

Верный ответ: Изложить определения затронутых терминов.

2.Назовите конструктивные элементы, которые входят в структурную схему ВТУ.

Ответы:

а) рабочая камера;

б) трансформатор;

в) пульт управления

Верный ответ: а

3.Что из перечисленного относится к ВТУ?

Ответы:

1. 1. Камерная печь
2. 2. Паровой котел
3. 3. Газогенератор
4. 4. Циклонный реактор

Верный ответ: Все варианты - верные

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2$_{ПК-2}$ Принимает участие в эксплуатации теплотехнологических комплексов энергоемких производств и систем

Вопросы, задания

1.Назовите два способа размещения оборудования в цехе. Каковы их достоинства и недостатки? Назовите принципы эффективной компоновки ВТУ.

2.В чем заключаются различия в компоновке оборудования при проектировании новой ВТУ и реконструкции действующей?

3.Перечислите направления повышения надежности ВТУ. Дайте классификацию способов структурного резервирования.

Материалы для проверки остаточных знаний

1.Какие вещества из перечисленных относятся к СОЗ

Ответы:

Оксиды азота
Бензапирен
Диоксины
Известь
Сода

Верный ответ: Диоксины

2.Какие процессы протекают в ВТУ?

Ответы:

1. 1) движение газов и технологических материалов,
2. 2) горение топлива,
3. 3) кондуктивный, конвективный и лучистый теплообмены,
4. 4) нагрев и/или плавление технологических материалов (сырья, полупродуктов),
5. 5) их превращение в результате протекания разнообразных физических, физико-химических и химических процессов в товарные технологические и энергетические продукты заданного качества.

Верный ответ: Все варианты правильные

3.Какая стадия создания ВТУ более важна

Ответы:

НИР
ОКР
Проектирование
Сооружение
Эксплуатация

Верный ответ: Все стадии создания ВТУ важны

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 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 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 билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию преподавателя решил другую задачу из того же раздела дисциплины.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)
Описание характеристики выполнения знания: Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела программы зачета.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка по курсу выставляется согласно Положению о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачетной составляющих.