

**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: Теплоэнергетика и теплотехника

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Энергетические котлы**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ионкин И.Л.
	Идентификатор	R21e82aec-IonkinIL-f6aeb706

И.Л. Ионкин

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-1 Способен участвовать в проектно-конструкторской деятельности в сфере теплоэнергетики и теплотехники

ИД-3 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест 1 Технологические схемы ТЭС, основное оборудование. Органическое топливо, подготовка топлива к сжиганию. (Тестирование)
2. Тест 2 Воздушный и тепловой баланс энергетического котла. (Тестирование)
3. Тест 3 Топочные камеры паровых котлов. (Тестирование)
4. Тест 4 Теплообменные поверхности паровых котлов. Методы получения чистого пара. (Тестирование)

БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	11	13
1.Технологические схемы ТЭС, основное оборудование.					
1.Технологические схемы ТЭС, основное оборудование.		+	+		
2.Органическое топливо, подготовка топлива к сжиганию					
2.Органическое топливо, подготовка топлива к сжиганию		+	+		
3.Воздушный и тепловой баланс парового котла.					
3.Воздушный и тепловой баланс парового котла.			+	+	+
4.Топочные камеры паровых котлов.					
4.Топочные камеры паровых котлов.			+	+	+
5.Теплообменные поверхности паровых котлов					

5.Теплообменные поверхности паровых котлов		+	+	+
6.Методы получения чистого пара				
6.Методы получения чистого пара			+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

7 семестр

Раздел дисциплины	Вес контрольных мероприятий, %
	Индекс КМ:
	Срок КМ:
Вес КМ:	

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

БРС курсовой работы/проекта

7 семестр

Раздел дисциплины	Вес контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Разработка описания и схемы котла. Расчет I-□ таблицы, таблицы объемов.		+			
Определение КПД котла и расхода топлива			+		
Поверочный расчет топочной камеры				+	
Расчет топочной камеры в программе BoilerDesigner					+
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-ЗПК-1 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования	Знать: методику поверочного расчета котельных установок; физические процессы, протекающие в энергетических котлах; устройство и режимы работы энергетических котлов; Уметь: выполнять поверочный расчет отдельных элементов котла.	Тест 1 Технологические схемы ТЭС, основное оборудование. Органическое топливо, подготовка топлива к сжиганию. (Тестирование) Тест 2 Воздушный и тепловой баланс энергетического котла. (Тестирование) Тест 3 Топочные камеры паровых котлов. (Тестирование) Тест 4 Теплообменные поверхности паровых котлов. Методы получения чистого пара. (Тестирование)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

**КМ-1. Тест 1 Технологические схемы ТЭС, основное оборудование.
Органическое топливо, подготовка топлива к сжиганию.**

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный опрос

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

Знать: физические процессы, протекающие в энергетических котлах;	1. По какой из величин оценивают реакционную способность топлива? 2. Содержание какого элемента в топливе обуславливает наличие низкотемпературной коррозии воздухоподогревателя? 3. Что означает величина Q_{pr} ? 4. Какой случай можно считать примером гетерогенной реакции? 5. Укажите элемент, обладающий наименьшей тепловой ценностью 6. Какая из стадий горения частицы твердого топлива начинается раньше? 7. Укажите основной компонент природного газа 8. Укажите элемент, обладающий наименьшей тепловой ценностью 9. Из каких основных составляющих состоят продукты сгорания? 10. Какое топливо преобладает в топливном балансе РФ?
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-2. Тест 2 Воздушный и тепловой баланс энергетического котла.

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный опрос

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методику поверочного расчета котельных установок;	1. На какие потери влияют присосы воздуха в котле? 2. Что характеризует величина Q_{ϕ} ? 3. От каких параметров зависит значение q_2 ? 4. В чем состоит различие между КПД котла брутто и нетто? 5. Как влияет увеличение коэффициент избытка воздуха в уходящих газах на q_5 ?
Знать: физические процессы, протекающие в энергетических котлах;	1. От каких параметров зависят значения q_3, q_4 ? 2. Как влияет увеличение $\alpha_{ух}$ на q_2 ? 3. От каких параметров зависит значение q_2 ? 4. Какую температуру шлака принимают при определении величины q_6 для топki с ТШУ? 5. Что называется теоретически необходимым количеством воздуха?
Уметь: выполнять поверочный расчет отдельных элементов котла.	1. Как определяется величина q_2 ? 2. Как определяется величина q_6 ? 3. Как определяется величина $Q_{пр}$? 4. Определите коэффициенты избытка воздуха за каждой поверхностью для заданного котла и топлива.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-3. Тест 3 Топочные камеры паровых котлов.

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный опрос

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

Знать: устройство и режимы работы энергетических котлов;	1.Что определяет высоту топочной камеры? 2.Какие из котлов наиболее требовательны к очистке питательной воды? 3.По способу циркуляции воды паровые котлы делятся на: 4.Какой из элементов не входит в пароводяной тракт котла? 5.Какая из топок может работать в большем диапазоне нагрузок котла? 6.Назовите основные геометрические характеристики топочной камеры 7.От чего зависит величина теплонапряжения объема топочной камеры? 8.От чего не зависит величина теплонапряжения объема топочной камеры? 9.Для каких видов топлива используются топки с ЖШУ? 10.Какие из элементов входят в пароводяной тракт котла?
Уметь: выполнять поверочный расчет отдельных элементов котла.	1.Определите толщину излучающего слоя для топки заданных габаритов 2.Определите степень черноты факела.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

КМ-4. Тест 4 Теплообменные поверхности паровых котлов. Методы получения чистого пара.

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный опрос

Краткое содержание задания:

ответить на вопросы теста

Контрольные вопросы/задания:

Знать: устройство и режимы работы энергетических котлов;	1.Что такое коэффициент избытка воздуха? 2. Из каких основных составляющих состоят продукты сгорания? 3.Для чего нужен подогрев воздуха в котлах? 4.Что обуславливает возникновение циркуляции в контуре? 5.Для чего нужна топочная камера? 6.Как характеристики топлива влияют на выбор способа шлакоудаления? 7.Почему лимитируется температура газов на выходе из топки? 8.Что лимитирует температуру уходящих газов? 9.Как происходит подготовка топлива к сжиганию? 10.Для чего нужна продувка?
Уметь: выполнять поверочный расчет отдельных элементов котла.	1.Покажите, как движутся вода и пар в котле. 2.Классифицируйте поверхности нагрева котла с точки зрения теплообмена. 3.Покажите, как движутся воздух и продукты сгорания в паровом котле. 4.Определите энтальпию продуктов сгорания топлива для заданной температуры и коэффициента избытка воздуха.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

Для курсового проекта/работы

7 семестр

I. Описание КП/КР

Поверочный расчет элементов парового котла, сжигающий твердое топливо. Курсовой проект выполняется в форме комплексного задания, выполняемого в аудиторные часы и часы самостоятельной работы. Курсовой проект 7 семестра является продолжением расчетно-графической работы 6 семестра. На них выдаётся одно задание. В рамках курсового проекта студенты выполняют: 1. разработка описания и схемы котла. Расчет I-□ таблицы, таблицы объемов; 2. определение КПД котла и расхода топлива; 2. поверочный расчет топочной камеры при помощи методики, изложенной в нормативном методе; 3. поверочный расчет топочной камеры при программы Boiler Designer.

II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

Паровой котел Е-210-13,8-560КТ, сжигающий топливо №15

Тематика КП/КР:

Поверочный расчет элементов парового котла Е-210-13,8-560 сжигающего топливо №8 (изменяется марка котла и топливо)

КМ-1. Соблюдение графика выполнения КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-2. Соблюдение графика выполнения КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-3. Соблюдение графика выполнения КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

КМ-4. Соблюдение графика выполнения КП

Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 («отлично»), если задание получено с опозданием не более чем на 2 недели

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 («хорошо»), если задание получено с опозданием не более чем на 3 недели

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 («удовлетворительно»), если задание получено с опозданием более чем на 3 недели

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 («неудовлетворительно»), если задание не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Типы электрических станций. Классификация. Основное оборудование и его назначение. КПД ТЭС.
2. Теплообмен в топочной камере. Основные характеристики топочных камер. Основные требования к топкам котлов.
3. Задача. Определить энтальпию и объем продуктов сгорания топлива №7 (температура продуктов сгорания -147°C , коэффициент избытка воздуха – 1.34.

Процедура проведения

Письменный экзамен

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-ЗПК-1 Знает устройство, принцип работы и принимает обоснованные технические решения при разработке схем и/или конструкций энергетического оборудования

Вопросы, задания

1. Основные тракты парового котла. Газовоздушный тракт парового котла (назначение, элементы, схема).
2. Теплообмен в топочной камере. Основные характеристики топочных камер. Основные требования к топкам котлов.
3. Топливный и пароводяной тракт парового котла (назначение, элементы, схема).
4. Классификация топочных камер. Компоновка горелок. Топки с ТШУ и ЖШУ
5. Основные элементы топочной камеры и их конструкция.
6. Задача. Определить тепловую мощность $Q_{\text{ка}}$ котла Е-320-9,8-545БТ.
7. Технологическая схема котельной установки. Основные элементы и тракты.
8. Задача. Определить энтальпии продуктов сгорания за каждой поверхностью нагрева котла при сжигании топлива №6 при температуре 122°C . Известно, что экономайзер двухступенчатый.
9. Назначение обмуровки. Варианты используемых конструкций, достоинства и недостатки.
10. Задача. Определить энтальпию и объем продуктов сгорания топлива №44 (температура продуктов сгорания -184°C , коэффициент избытка воздуха – 1.28.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. От чего не зависит величина теплонапряжения объема топочной камеры?

Ответы:

сечения топки в плане
расхода и реакционности топлива
схемы расположения горелок

Верный ответ: сечения топки в плане

2. Для каких видов топлива используются топки с ЖШУ?

Ответы:

антрациты
высокорреакционный каменный уголь
низкорреакционные бурые угли

Верный ответ: антрациты

3.Какая из стадий горения частицы твердого топлива длится дольше?

Ответы:

горение летучих веществ
горение кокса
обе стадии длятся одинаково

Верный ответ: горение кокса

4.В чем состоит различие между КПД котла брутто и нетто?

Ответы:

КПД котла брутто не учитывает затраты электроэнергии на собственные нужды
КПД котла брутто не учитывает потери тепла в окружающую среду
КПД котла брутто не учитывает конденсацию водяных паров

Верный ответ: КПД котла брутто не учитывает затраты электроэнергии на собственные нужды

5.От каких параметров зависит значение q_5 ?

Ответы:

Температура уходящих газов; избыток воздуха на выходе из котла
количества воздуха, подаваемое для сгорания топлива; температуры в топке
температура окружающей среды; производительность котла

Верный ответ: температура окружающей среды; производительность котла

6.Какие из котлов наиболее требовательны к очистке питательной воды?

Ответы:

с естественной циркуляцией
с принудительной циркуляцией
прямоточные

Верный ответ: прямоточные

7.Какие мельницы используются для размола АШ

Ответы:

ММТ
ШБМ
СМ
МВ

Верный ответ: ШБМ

8.Зачем делают вторичный перегрев пара в котле?

Ответы:

увеличить выработку тепла

увеличить термический КПД цикла
избежать эрозионного износа лопаток турбины

Верный ответ: увеличить термический КПД цикла избежать эрозионного износа лопаток турбины

9. Что является рабочим телом ГТУ?

Ответы:

пар
вода
продукты сгорания

Верный ответ: продукты сгорания

10. Что дает увеличение параметров пара на выходе из котла?

Ответы:

повышение надежности
повышение эффективности цикла
снижение температуры уходящих газов

Верный ответ: повышение эффективности цикла

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Использование баллов промежуточной аттестации. Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.

Для курсового проекта/работы:

7 семестр

Форма проведения: Защита КП/КР

I. Процедура защиты КП/КР

Выступление студента и ответы на вопросы.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Использование баллов промежуточной аттестации. Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и экзаменационной составляющих.