

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

**Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение**

**Наименование образовательной программы: Газотурбинные, паротурбинные установки и двигатели**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Котельные установки**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)


И.Л. Ионкин

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Митрохова О.М.
	Идентификатор	R1d0f453c-FichoriakOM-ee811867


(подпись)

О.М.  
Митрохова

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Грибин В.Г.
	Идентификатор	R44612ca0-GribinVG-8231e2ff

(подпись)

В.Г. Грибин

(расшифровка  
подписи)

## 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 энергетического машиностроения

ИД-1 Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности

ИД-2 Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности

ИД-3 Выполняет комплекс расчетов элементов объектов профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации:

1. Тест 2 Воздушный и тепловой баланс парового котла (Тестирование)

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Тест 1 Технологические схемы ТЭС, основное оборудование. Органическое топливо, подготовка топлива к сжиганию (Тестирование)

2. Тест 3 Топочные камеры паровых котлов. Основные теплообменные поверхности паровых котлов. Методы получения чистого пара (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Защита РГР (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

6 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	15
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	Весы контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4
	Срок КМ:	4	8	12	15
Поверочный расчет топочной камеры.		+			
Поверочный расчет ширмового пароперегревателя.			+		
Расчет тепловой схемы котла.				+	
Тепловая диаграмма котла, совмещенной с его тепловой схемой. Оформление расчетно-пояснительной записки и графической части.					+
Вес КМ:	25	25	25	25	25

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности	Знать: физические процессы, протекающие в котельных установках	Тест 3 Топочные камеры паровых котлов. Основные теплообменные поверхности паровых котлов. Методы получения чистого пара (Тестирование) Защита РГР (Расчетно-графическая работа)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности	Знать: устройство и режимы работы котельных установок Уметь: разбираться и описывать тепловые схемы паровых котлов	Тест 3 Топочные камеры паровых котлов. Основные теплообменные поверхности паровых котлов. Методы получения чистого пара (Тестирование) Защита РГР (Расчетно-графическая работа)
ПК-1	ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Выполняет комплекс расчетов элементов объектов профессиональной деятельности	Знать: методику поверочного расчета котельных установок 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 парового котла (Тестирование) Защита РГР (Расчетно-графическая работа)

## 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:**

Уметь: выполнять поверочный расчет отдельных элементов котла	<ol style="list-style-type: none"><li>1.Какая из стадий горения частицы твердого топлива длится дольше?</li><li>2.Из каких основных составляющих состоят продукты сгорания?</li><li>3.От какого фактора не зависит скорость горения частицы жидкого топлива?</li></ol>
--	--

**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

### КМ-2. Тест 2 Воздушный и тепловой баланс парового котла

**Формы реализации:**

**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	<ol style="list-style-type: none"><li>1.На какие потери влияют присосы воздуха в котле?</li><li>2.Как влияет увеличение <math>\alpha_{ух}</math> на <math>q_2</math>?</li><li>3.Какую температуру шлака принимают при</li></ol>
---	---

	определении величины $q_6$ для топки с ТШУ? 4.Как влияет увеличение коэффициент избытка воздуха в уходящих газах на $q_5$ ?
--	--

**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*

**КМ-3. Тест 3 Топочные камеры паровых котлов. Основные 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: физические процессы, протекающие в котельных установках	1.Какая из топок может работать в большем диапазоне нагрузок котла? 2.Для каких видов топлива используются топки с ЖШУ? 3.Какие из элементов входят в пароводяной тракт котла?
Знать: устройство и режимы работы котельных установок	1.Какие из котлов наиболее требовательны к очистке питательной воды? 2.Назовите основные геометрические характеристики топочной камеры 3.От чего зависит величина теплонапряжения объема топочной камеры?
Уметь: разбираться и описывать тепловые схемы паровых котлов	1.Какие существуют типы экономайзеров в зависимости от состояния среды на выходе из них? 2.Какие из нижеперечисленных котлов универсальны по давлению производимого пара? 3.Какое из преимуществ относится к Т-образной компоновке котла?

**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*

#### **КМ-4. Защита РГР**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 25**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проверка корректности и сроков выполнения РГР

#### **Краткое содержание задания:**

Определение расхода топлива на котел Е-XXX-XX-XXX, сжигающий топливо №УУ и определение геометрических характеристик топки.

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: физические процессы, протекающие в котельных установках	1.Как происходит подготовка топлива к сжиганию?
Знать: устройство и режимы работы котельных установок	1.Для чего нужен подогрев воздуха в котлах?
Уметь: выполнять поверочный расчет отдельных элементов котла	1.Как определяется энтальпия продуктов сгорания.

#### **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*



## 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 выдается одно задание. В рамках курсового проекта студенты выполняют: 1. уточнение проведенных в 6 семестре расчетов; 2. поверочный расчет топочной камеры; 3. поверочный расчет ширмового пароперегревателя; 4. расчет тепловой схемы котла; 5. тепловую диаграмму котла, совмещенную с его тепловой схемой; 6. оформление расчетно-пояснительной записки в соответствии с требованиями единой системы конструкторской документации; 7. оформление чертежей в соответствии с требованиями единой системой конструкторской документации.

### II. Примеры задания и темы работы

Пример задания

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

Тематика КП/КР:

#### **КМ-1. Поверочный расчет топочной камеры.**

**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*

#### **КМ-2. Поверочный расчет ширмового пароперегревателя.**

**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*

### **КМ-3. Расчет тепловой схемы котла.**

#### **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*

### **КМ-4. Тепловая диаграмма котла, совмещенной с его тепловой схемой. Оформление расчётно-пояснительной записки и графической части.**

#### **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*

# 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  $-147^{\circ}\text{C}$ , коэффициент избытка воздуха – 1.34).

Процедура проведения

Письменный экзамен

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1пк-1 Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности

**Вопросы, задания**

1. Основные тракты парового котла. Газовоздушный тракт парового котла (назначение, элементы, схема).
2. Технологическая схема котельной установки. Основные элементы и тракты.
3. Назначение обмуровки. Варианты используемых конструкций, достоинства и недостатки.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Для каких видов топлива используются топки с ЖШУ?

Ответы:

антрациты
высокореакционный каменный уголь
низкореакционные бурые угли

Верный ответ: антрациты

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

Ответы:

горение летучих веществ
горение кокса
обе стадии длятся одинаково

Верный ответ: горение кокса

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

Ответы:

повышение надежности
повышение эффективности цикла

снижение температуры уходящих газов
-------------------------------------

Верный ответ: повышение эффективности цикла

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-1 Демонстрирует знание конструкции и принципа работы объектов профессиональной деятельности

**Вопросы, задания**

- 1.Теплообмен в топочной камере. Основные характеристики топочных камер. Основные требования к топкам котлов.
- 2.Топливный и пароводяной тракт парового котла (назначение, элементы, схема).
- 3.Основные элементы топочной камеры и их конструкция.

**Материалы для проверки остаточных знаний**

**1.Какие из котлов наиболее требовательны к очистке питательной воды?**

Ответы:

с естественной циркуляцией
с принудительной циркуляцией
прямоточные

Верный ответ: прямоточные

**2.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

**3.Что является рабочим телом ГТУ?**

Ответы:

пар
вода
продукты сгорания

Верный ответ: продукты сгорания

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-1 Выполняет комплекс расчетов элементов объектов профессиональной деятельности

**Вопросы, задания**

- 1.Задача.Определить тепловую мощность  $Q_{ка}$  котла Е-320-9,8-545БТ.
- 2.Задача. Определить энтальпии продуктов сгорания за каждой поверхностью нагрева котла при сжигании топлива №6 при температуре  $122^{\circ}\text{C}$ . Известно, что экономайзер двухступенчатый.
- 3.Задача. Определить энтальпию и объем продуктов сгорания топлива №44 (температура продуктов сгорания  $-184^{\circ}\text{C}$ , 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. 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

## 3. 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

## 4. Какие мельницы используются для размола АШ

Ответы:

ММТ
ШБМ
СМ
МВ

Верный ответ: ШБМ

## 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

### ***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: 70*

*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: 60*

*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

### ***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.