

**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
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ионкин И.Л.
	Идентификатор	R21e82aес-lonkinIL-f6aeb706

И.Л. Ионкин

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

О.М.
Митрохова

Заведующий
выпускающей
кафедрой

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

В.Г. Грибин

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. РПК-2 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	Весы 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 расчётно-пояснительной записки и графической части.					+
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
РПК-2	ИД-1 _{РПК-2} 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)
РПК-2	ИД-2 _{РПК-2} 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)
РПК-2	ИД-3 _{РПК-2} 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	1.Какая из стадий горения частицы твердого топлива длится дольше? 2.Из каких основных составляющих состоят продукты сгорания? 3.От какого фактора не зависит скорость горения частицы жидкого 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-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	1. На какие потери влияют присосы воздуха в котле? 2. Как влияет увеличение $\alpha_{ух}$ на q_2 ? 3. Какую температуру шлака принимают при 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**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. 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

Оценка: 2

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

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.уточнение проведённых в 6 семестре расчётов; 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 расчётно-пояснительной записки в соответствии с требованиями единой си-стемой 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

Оценка: 2

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

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

Оценка: 2

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

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

Оценка: 2

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

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

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-1рпк-2 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-2РПК-2 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-3РПК-2 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°C . Известно, что экономайзер двухступенчатый.
- 3.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. 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

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: 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

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.