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
Энергетические центры промышленных предприятий

Москва
2024

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» Сведения о владельце ЦЭП МЭИ Владелец: Киндра В.О. Идентификатор: R429f7b35-KindraVO-2c9422f7	В.О. Киндра

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 проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники, в том числе с применением информационных технологий

ИД-2 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 (Контрольная работа)
2. КМ-1. Термодинамические циклы производства электроэнергии и тепла (Тестирование)
3. КМ-2 (Контрольная работа)
4. КМ-2. Моделирование теплофизических процессов в энергетическом оборудовании (Контрольная работа)
5. КМ-3 (Контрольная работа)
6. КМ-3. Анализ структуры и параметров тепловых схем (Контрольная работа)
7. КМ-4 (Контрольная работа)
8. КМ-4. Моделирование тепловых схем энергетических комплексов (Контрольная работа)

БРС дисциплины

7 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Виды и характеристики энергетических комплексов					
Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных паротурбинных энергетических комплексов		+	+		
Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных газотурбинных энергетических комплексов		+	+		
Принцип работы и основные характеристики существующих и перспективных парогазовых энергетических комплексов		+	+		
Термодинамический анализ тепловых схем					
Подходы к расчету теплофизических свойств теплоносителей			+	+	

Подходы к расчету теплофизических процессов, протекающих в энергетическом оборудовании		+	+	
Методики теплового расчета тепловых схем энергетических комплексов		+	+	
Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании				
Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании паротурбинных энергетических комплексов			+	
Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании газотурбинных энергетических комплексов			+	
Конструкции и физические процессы, протекающие в энергетическом оборудовании парогазовых энергетических комплексов			+	
Применение информационных технологий для моделирования тепловых схем энергетических комплексов				
Использование современных программных пакетов для проведения термодинамического анализа тепловых схем энергетических комплексов				+
Использование современных программных пакетов для проведения конструкторского расчета основного и вспомогательного оборудования энергетических комплексов				+
Использование современных программных пакетов для проведения поверочных расчетов тепловых схем энергетических комплексов				+
Вес КМ:	25	25	25	25

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	8	12	16
Разработка конструкций теплообменных аппаратов					
Конструктивные особенности теплообменных аппаратов		+			
Методики проведения конструкторских расчетов теплообменных аппаратов		+			
Критерии и основные подходы к оптимизации конструктивных характеристик теплообменных аппаратов		+			
Разработка конструкций котлов-утилизаторов					
Конструктивные особенности котлов-утилизаторов			+		
Методика проведения конструкторского расчета котла-утилизатора			+		
Разработка конструкций турбомашин					
Конструктивные особенности турбомашин				+	
Методики проведения конструкторских расчетов турбомашин				+	

Разработка конструкций камер сгорания				
Конструктивные особенности камер сгорания				+
Методика проведения конструкторского расчета камеры сгорания				+
Вес КМ:	25	25	25	25

$Общая часть/Для промежуточной аттестации$

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-2$_{ПК-1}$ Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	Знать: методы конструкторских расчетов энергетического оборудования знать основные конструктивные особенности и характеристики энергетического оборудования принципы функционирования существующих термодинамических циклов для производства электроэнергии и тепла особенности физических процессов, протекающих в энергетическом оборудовании, и подходы к моделированию тепловых схем энергетических комплексов Уметь:	КМ-1. Термодинамические циклы производства электроэнергии и тепла (Тестирование) КМ-2. Моделирование теплофизических процессов в энергетическом оборудовании (Контрольная работа) КМ-3. Анализ структуры и параметров тепловых схем (Контрольная работа) КМ-4. Моделирование тепловых схем энергетических комплексов (Контрольная работа) КМ-1 (Контрольная работа) КМ-2 (Контрольная работа) КМ-3 (Контрольная работа) КМ-4 (Контрольная работа)

		проводить оптимизацию конструктивных параметров и характеристик энергетического оборудования осуществлять обоснованный выбор исходных данных для проведения проектно-конструкторских разработок анализировать влияние параметров и структуры тепловых схем энергетических комплексов на эффективность производства электроэнергии и тепла рассчитывать тепловые схемы энергетических комплексов	

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

7 семестр

КМ-1. КМ-1. Термодинамические циклы производства электроэнергии и тепла

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Тестирование
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант теста. На выполнение теста отводится 15 минут без возможности пользоваться вспомогательным материалом

Краткое содержание задания:
Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Знать: знать основные конструктивные особенности и характеристики энергетического оборудования	1.Как изменяется мощность газотурбинной установки с ростом температуры наружного воздуха? 1. Увеличивается 2. Уменьшается 3. Не изменяется Ответ: 2

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 85
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: 75
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. КМ-2. Моделирование теплофизических процессов в энергетическом оборудовании

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

Краткое содержание задания:
Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методы конструкторских расчетов энергетического оборудования	1.Рассчитать внутреннюю мощность газовой турбины ГТУ, если известны следующие параметры: - давление рабочей среды на входе в турбину 2,89 МПа, - температура рабочей среды на входе в турбину 1400°С, - коэффициент потерь давления на выходе из газовой турбины 0,96, - массовый расход рабочей среды на входе в турбину 462,5 кг/с, - внутренний относительный КПД проточной части газовой турбины 90%, - массовые доли компонентов рабочей среды (N2 = 73%, O2 = 8%, H2O = 8%, CO2 = 11%)

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 85
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: 75
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 "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-3. КМ-3. Анализ структуры и параметров тепловых схем

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

Краткое содержание задания:
Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать тепловые схемы энергетических комплексов	1.Оценить изменение термического КПД цикла Ренкина (с учетом затрат энергии на сжатие рабочей среды в питательном насосе) в случае увеличения начальной температуры рабочей среды на 40°С. Исходные параметры: - начальные параметры рабочей среды 480°С и 10 МПа, - давление в конденсаторе 5,5 кПа, - давление питательной воды 13,3 МПа

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-4. КМ-4. Моделирование тепловых схем энергетических комплексов

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

Краткое содержание задания:
Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: проводить оптимизацию конструктивных параметров и характеристик энергетического оборудования	1.Определить КПД по отпуску электроэнергии нетто для газотурбинной установки при условии, что: - внутренняя мощность газовой турбины равна 60 МВт, - внутренняя мощность компрессора равна 40 МВт, - механический КПД ГТУ 98,5% - КПД электрогенератора 99%, - количество теплоты, подводимое в камеру сгорания с топливом 63,4 МВт, - затраты электроэнергии на собственные нужды ГТУ 0,5 МВт

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

8 семестр

КМ-5. КМ-1

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

Краткое содержание задания:
Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы функционирования существующих термодинамических циклов для производства электроэнергии и тепла	1.Описать алгоритм конструкторского расчета пластинчатого теплообменного аппарата

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 85
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: 75
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-6. КМ-2

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

Краткое содержание задания:
Ориентирован на проверку знания по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Знать: особенности физических	1.Описать алгоритмы теплового расчета котла-

процессов, протекающих в энергетическом оборудовании, и подходы к моделированию тепловых схем энергетических комплексов	утилизатора

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5
Нижний порог выполнения задания в процентах: 85
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: 75
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-7. КМ-3

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

Краткое содержание задания:
Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: осуществлять обоснованный выбор исходных данных для проведения проектно-конструкторских разработок	1.Определить количество ступеней в осевом компрессоре с постоянным диаметром корпуса и высоту лопаток последней ступени, если известно: - частота вращения компрессора 50 об/с, - массовый расход воздуха 200 кг/с, - потери давления во входном патрубке компрессора 0,97, - температура наружного воздуха 15°С, давление наружного воздуха 1,013 бар, - внутренний относительный КПД проточной части компрессора 83%, - приведенный расход воздуха первой ступени 0,81, - приведенный расход воздуха последней ступени 0,32, - термодинамический коэффициент для воздуха mв 0,0404,

	- показатель адиабаты для воздуха 1,4, - коэффициент запаса по расходу 0,97, - степень повышения давления в компрессоре 28, - угол выхода потока из ВНА 75°, - относительный диаметр втулки на выходе из компрессора 0,87, - средний коэффициент затраченного напора на ступень 0,4

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

КМ-8. КМ-4

Формы реализации: Письменная работа
Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа
Вес контрольного мероприятия в БРС: 25
Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут

Краткое содержание задания:
Ориентирован на проверку умения по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: анализировать влияние параметров и структуры тепловых схем энергетических комплексов на эффективность производства электроэнергии и тепла	1.Описать алгоритм конструкторского расчета камеры сгорания

Описание шкалы оценивания:

Оценка: зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "зачтено" выставляется если задание выполнено правильно или с незначительными недочетами

Оценка: не зачтено
Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1
1.Требования по надежности, ремонтопригодности, маневренности, экономичности и экологической безопасности ТЭС
2.Термодинамический цикл Брайтона и факторы, определяющие его мощность и тепловую экономичность. Основные энергетические показатели газотурбинной установки
3.Оценить изменение термического КПД цикла Ренкина (с учетом затрат энергии на сжатие рабочей среды в питательном насосе) в случае увеличения начальной температуры рабочей среды на 40°С. Исходные параметры:
- начальные параметры рабочей среды 500°С и 10 МПа,
- давление в конденсаторе 4,5 кПа,
- давление питательной воды 13,3 МПа

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2$_{ПК-1}$ Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания
1.Теплофикационные паротурбинные установки. Сравнение преимуществ и недостатков раздельного и комбинированного способов производств электроэнергии и тепла. Балансовый (физический) метод разделения затрат топлива на тепло и электроэнергию
2.Рассчитать термический КПД цикла Ренкина с промежуточным перегревом (с учетом затрат энергии на сжатие рабочей среды в питательном насосе) при:
- начальных параметрах рабочей среды 550°С и 23,5 МПа,
- температуре и давлении пара промежуточного перегрева 555°С и 2,6 МПа,
- давлении в конденсаторе 6 кПа, давлении питательной воды 27 МПа

Материалы для проверки остаточных знаний
1.Какой уровень внутреннего относительного КПД проточной части современных цилиндров высокого давления паровых турбин?
Ответы:
1. 84-86%
2. 87-90%
3. 91-93%
Верный ответ: 2
2.От каких факторов не зависит массовый расход рабочей среды на охлаждение деталей горячего тракта газотурбинной установки?
Ответы:

1. Расход рабочей среды в голову турбины
2. Материал сплава, из которого изготавливаются детали горячего тракта
3. Температура наружного воздуха
Верный ответ: 3

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: 75
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

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих

8 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет №1
1.Виды компрессоров и особенности их рабочего процесса
2. Требования, предъявляемые к системам охлаждения газовых турбин. Способы охлаждения корпуса, подшипников и ротора газовой турбины
3. Рассчитать массовый расход натурального топлива, поступающего в камеру сгорания газовой турбины, если известны следующие параметры:
- давление воздуха на выходе из компрессора ГТУ 2,95 МПа,
- температура воздуха на выходе из компрессора ГТУ 385°С,
- температура продуктов сгорания на входе в турбину 1400°С,
- коэффициент потерь давления в камере сгорания 0,97,
- низшая теплота сгорания топлива при нормальных условиях 36 МДж/нм3,
- плотность топлива при нормальных условиях 0,75 кг/м3,
- КПД камеры сгорания 99,4%, массовый расход воздуха 400 кг/с,
- массовые доли компонентов продуктов сгорания (N_2 = 73%, O_2 = 8%, H_2O = 8%, CO_2 = 11%)

Процедура проведения

Экзамен проводится в устной форме, включает теоретические вопросы и задание. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия

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

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: 75
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.

Оценка: 2
Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании зачетной и экзаменационной составляющих