

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Эффективные теплоэнергетические системы предприятий и ЖКХ

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Математическое моделирование и оптимизация теплоэнергетических
систем**

**Москва
2022**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Курзанов С.Ю.
	Идентификатор	R76dcd884-KurzanovSY-80905102

(подпись)

С.Ю.

Курзанов

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гашо Е.Г.
	Идентификатор	R913da1fa-GashoYG-eb0efe14

(подпись)

Е.Г. Гашо

(расшифровка
подписи)

Заведующий
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень,
ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Яворовский Ю.В.
	Идентификатор	R7e35b260-YavorovskyYV-dabb149

(подпись)

Ю.В.

Яворовский

(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-3 Способен участвовать в эксплуатации теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

ИД-2 Способен проводить энергетические обследования теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Выполнение задания

1. Индивидуальное задание №1 (Расчетно-графическая работа)
2. Индивидуальное задание №2 (Расчетно-графическая работа)
3. Индивидуальное задание №3 (Расчетно-графическая работа)
4. Индивидуальное задание №4 (Расчетно-графическая работа)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	7	11	13
Моделирование и оптимизация производств металлургического комбината «Оптимет»					
Анализ производств металлургического комбината. Постановка задачи оптимизации с учетом различных технологий и критериев оптимизации	+				
Математическая модель приводной газотурбинной установки					
Рассмотрение системы приводной ГТУ. Составление графической схемы и балансовых уравнений. Определение числа оптимизируемых параметров			+		
Математическая модель перераспределения тепла греющих и нагреваемых тепловых потоков сложной системы теплообмена					
Дискретная оптимизация. Сложная система теплообмена. Эвристический подход				+	
Математическая модель абсорбционной холодильной установки					
Рассмотрение системы Абсорбционной бромисто-литиевой холодильной установки. Составление графической схемы и балансовых уравнений. Определение числа оптимизируемых параметров. Рассмотрение возможных вариантов регенерации					+

тепловой энергии в рамках исследуемой системы				
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-3	ИД-2ПК-3 Способен проводить энергетические обследования теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ	Знать: принципы математического моделирования промышленных теплоэнергетических систем принципы работы газотурбинных установок, парогазовых установок и их модификаций принципы перераспределения тепловых потоков сложных систем теплообмена принципы работы холодильных установок и возможные способы рекуперации тепла	Индивидуальное задание №1 (Расчетно-графическая работа) Индивидуальное задание №2 (Расчетно-графическая работа) Индивидуальное задание №3 (Расчетно-графическая работа) Индивидуальное задание №4 (Расчетно-графическая работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Индивидуальное задание №1

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Моделирование и оптимизация производств металлургического комбината в программно-информационной системе «Оптимет»

Краткое содержание задания:

Произвести оптимизацию производств металлургического комбината согласно заданию в программно-информационной системе «Оптимет»

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы математического моделирования промышленных теплоэнергетических систем	1. Представьте структуру металлургического комбината 2. Описать материальный баланс сталеплавильного производства 3. Дать описание различных способов и систем утилизации вторичных энергетических ресурсов 4. Описать стоимостной баланс металлургического предприятия
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: В отчете представлены балансы: материальный, энергетический, стоимостной. Дано описание исследуемого цеха. Произведен анализ перераспределения ресурсов до и после оптимизации. Дана количественная оценка изменениям.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: В отчете представлены балансы: материальный, энергетический, стоимостной. Дано описание исследуемого цеха. Произведен анализ перераспределения ресурсов до и после оптимизации.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: В отчете представлены балансы: материальный, энергетический, стоимостной. Дано описание исследуемого цеха.

КМ-2. Индивидуальное задание №2

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Разработка графической схемы газотурбинной установки и ее графа, с составление балансовых уравнений для построения математической модели

Краткое содержание задания:

В рамках расчетно-графического задания необходимо выполнить графическое построение системы приводной газотурбинной установки, представить данную систему в виде графа. На основе графа создать систему балансовых уравнений. Определить количество оптимизируемых параметров. Задание выполняется индивидуально по вариантам

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы работы газотурбинных установок, парогазовых установок и их модификаций	1. Дать описание принципов построения графа 2. Принцип работы газотурбинной установки 3. Принцип работы парогазовой установки 4. Привести различные варианты компоновок газотурбинных установок 5. Записать балансовые уравнения в общем виде
--	---

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Разработана графическая схемы газотурбинной установки и ее граф. Составлены балансовые уравнения. Расчитано количество оптимизируемых параметров.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Разработана графическая схемы газотурбинной установки и ее граф. Составлены балансовые уравнения.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Разработана графическая схемы газотурбинной установки и ее граф.

КМ-3. Индивидуальное задание №3

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Разработка графической схемы перераспределения тепла греющих и нагреваемых тепловых потоков сложной системы теплообмена

Краткое содержание задания:

В рамках расчетно-графического задания необходимо разработать сложную систему теплообмена на основе эвристического подхода, представить данную систему в виде графа. Рассчитать параметры эффективности полученной системы. Задание выполняется индивидуально по вариантам

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы	1. Что такое точка Пинча? Графическое
-----------------	---------------------------------------

перераспределения тепловых потоков сложных систем теплообмена	представление 2.Что такое водяной эквивалент? 3.Дать объяснение принципам применения эвристического подхода 4.Записать целевую функцию оптимизации 5.Постановка задачи при выборе оптимального варианта перераспределения энергоресурсов
---	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Разработан оптимальный вариант сложной системы теплообмена и представлен графически. Описан порядок поэтапного создания схемы с распределением тепловых потоков. Составлены тепловые балансы. Представлена графически диаграмма температурных напоров между греющими и нагреваемыми энергоносителями

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Разработан оптимальный вариант сложной системы теплообмена и представлен графически. Описан порядок поэтапного создания схемы с распределением тепловых потоков. Составлены тепловые балансы

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Разработан оптимальный вариант сложной системы теплообмена и представлен графически. Описан порядок поэтапного создания схемы с распределением тепловых потоков

КМ-4. Индивидуальное задание №4

Формы реализации: Выполнение задания

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Разработка графической схемы абсорбционной бромистолитиевой установки и ее графа, с составление балансовых уравнений для построения математической модели

Краткое содержание задания:

В рамках расчетно-графического задания необходимо выполнить графическое построение системы абсорбционной бромистолитиевой холодильной установки, представить данную систему в виде графа. На основе графа создать систему балансовых уравнений. Определить количество оптимизируемых параметров. Задание выполняется индивидуально по вариантам

Контрольные вопросы/задания:

Знать: принципы работы холодильных установок и возможные способы рекуперации тепла	1.Дать описание принципов построения графа 2.Принцип работы абсорбционной бромистолитиевой установки 3.Назначение генератора абсорбционной бромистолитиевой установки 4.Привести различные варианты компоновок абсорбционной бромистолитиевой установки
--	--

	5. Принцип построения балансовых уравнений на основе графа
--	--

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Разработана графическая схемы абсорбционной бромистолитиевой установки и ее граф. Составлены балансовые уравнения. Расчитано количество оптимизируемых параметров

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Разработана графическая схемы абсорбционной бромистолитиевой установки и ее граф. Составлены балансовые уравнения

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

Описание характеристики выполнения знания: Разработана графическая схемы абсорбционной бромистолитиевой установки и ее граф

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Не выполнены требования пункта удовлетворительно

Процедура проведения

Устная

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-3} Способен проводить энергетические обследования теплоэнергетических систем предприятий и ЖКХ

Вопросы, задания

1. Применение программно-информационной системы «ОптиМет» для решения задач оптимизации энергетического баланса металлургического комбината по критерию минимума энергопотребления
2. Постановка и основные положения задач оптимизации режимов работы доменных печей. Оптимизируемые переменные, критерии оптимизации
3. Построение математической модели газотурбинной установки. Тепловая схема ГТУ и её граф

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие основные уравнения входят в систему балансовых уравнений для элементов ТЭУ?
2. Математическое моделирование теплоэнергетических систем. Определение графа. Тепловая схема теплоэнергетической установки и соответствующий ей граф

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Дан исчерпывающий ответ на два вопроса билета

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Дан исчерпывающий ответ на один вопроса билета, ответ на другой вопрос билета был частичным

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Дан исчерпывающий ответ на один вопрос билета

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу