

**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 промышленных
теплоэнергетических систем**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

С.Ю.
Курзанов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

Ю.В.
Яворовский

Заведующий
выпускающей
кафедрой

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

Ю.В.
Яворовский

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

2. РПК-1 Способен применять информационные технологии для проведения исследований в профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности

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

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Индивидуальное задание №1 (Расчетно-графическая работа)

КМ-2 Индивидуальное задание №2 (Расчетно-графическая работа)

КМ-3 Индивидуальное задание №3 (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 Индивидуальное задание №4 (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	3	7	11	13
Раздел 1. Моделирование и оптимизация производств металлургического комбината «Оптимет»					
Т-1. Анализ производств металлургического комбината. Постановка задачи оптимизации с учетом различных технологий		+			

и критериев оптимизации				
Раздел 2. Математическая модель приводной газотурбинной установки				
Т-2. Рассмотрение системы приводной ГТУ. Составление графической схемы и балансовых уравнений. Определение числа оптимизируемых параметров		+		
Раздел 3. Математическая модель перераспределения тепла греющих и нагреваемых тепловых потоков сложной системы теплообмена				
Т-3. Дискретная оптимизация. Сложная система теплообмена. Эвристический подход			+	
Раздел 4. Математическая модель абсорбционной холодильной установки				
Т-4. 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

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: З-1. принципы работы холодильных установок и возможные способы рекуперации тепла Уметь: У-1. формулировать критерий и постановку задачу оптимизации и анализировать результаты	КМ-1 Индивидуальное задание №1 (Расчетно-графическая работа)
РПК-1	ИД-1РПК-1 Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности	Знать: З-2. принципы математического моделирования промышленных теплоэнергетических систем З-3. принципы перераспределения тепловых потоков сложных систем теплообмена З-4. принципы работы газотурбинных установок, парогазовых установок и	КМ-2 Индивидуальное задание №2 (Расчетно-графическая работа) КМ-3 Индивидуальное задание №3 (Расчетно-графическая работа) КМ-4 Индивидуальное задание №4 (Расчетно-графическая работа)

		их модификаций Уметь: У-2. находить энергоэффективное системное решение на основе эвристического подхода У-3. давать оценку повышению энергетической эффективности за счет рекуперации тепла в холодильных машинах У-4. находить наиболее энергетически эффективные режимы работы газотурбинных установок и парогазовых установок	
--	--	--	--

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: З-1. принципы работы холодильных установок и возможные способы рекуперации тепла	1.Описать материальный баланс сталеплавильного производства 2.Описать стоимостной баланс металлургического предприятия
Уметь: У-1. формулировать критерий и постановку задачу оптимизации и анализировать результаты	1.Представить структуру металлургического комбината 2.Дать описание различных способов и систем утилизации вторичных энергетических ресурсов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования пункта удовлетворительно

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: 3-2. принципы математического моделирования промышленных теплоэнергетических систем	1. Дать описание принципов построения графа 2. Принцип работы газотурбинной установки 3. Принцип работы парогазовой установки
Уметь: У-2. находить энергоэффективное системное решение на основе эвристического подхода	1. Привести различные варианты компоновок газотурбинных установок 2. Записать балансовые уравнения в общем виде

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования пункта удовлетворительно

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: З-3. принципы перераспределения тепловых потоков сложных систем теплообмена	1.Что такое точка Пинча? Графическое представление 2.Что такое водяной эквивалент? 3.Дать объяснение принципам применения эвристического подхода
Уметь: У-3. давать оценку повышению энергетической эффективности за счет рекуперации тепла в холодильных машинах	1.Записать целевую функцию оптимизации 2.Постановка задачи при выборе оптимального варианта перераспределения энергоресурсов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования пункта удовлетворительно

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: З-4. принципы работы газотурбинных установок, парогазовых установок и их модификаций	1. Принцип работы абсорбционной бромистолитиевой установки 2. Назначение генератора абсорбционной бромистолитиевой установки 3. Привести различные варианты компоновок абсорбционной бромистолитиевой установки
Уметь: У-4. находить наиболее энергетически эффективные режимы работы газотурбинных установок и парогазовых установок	1. Принцип построения балансовых уравнений на основе графа 2. Дать описание принципов построения графа

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 40

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не выполнены требования пункта удовлетворительно

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

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-2ПК-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

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какие основные уравнения входят в систему балансовых уравнений для элементов ТЭУ?

2. Компетенция/Индикатор: ИД-1РПК-1 Демонстрирует знание информационных технологий, используемых в профессиональной деятельности

Вопросы, задания

1. Построение математической модели газотурбинной установки. Тепловая схема ГТУ и её граф

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Математическое моделирование теплоэнергетических систем. Определение графа. Тепловая схема теплоэнергетической установки и соответствующий ей граф

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Не дан исчерпывающий ответ ни на один вопрос билета

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу