

**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: Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Основы трансформации тепла и процессов охлаждения**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кутько Н.Е.
	Идентификатор	R8d5bd572-KutkoNY-cb4af18a

Н.Е. Кутько

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шелгинский А.Я.
	Идентификатор	Rf4e216f4-SheiginskyAY-88390edf

А.Я.
Шелгинский

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-1 Способен участвовать в проектировании и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники

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

ИД-4 Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Терминология (Проверочная работа)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Термоэлектрические трансформаторы тепла (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. А и С трансформаторы тепла (Видеофильм)

Форма реализации: Устная форма

1. Ожжижение газов (Интервью)

БРС дисциплины

5 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	10	12	16
Введение						
Эксергетический метод термодинамического анализа	+					
Хладагенты и хладоносители	+					
Парожидкостные и газовые компрессионные трансформаторы тепла						
Парожидкостные компрессионные холодильные и теплонаносные установки			+			

Газовые компрессионные трансформаторы тепла		+			
Абсорбционные и струйные трансформаторы тепла					
Абсорбционные трансформаторы тепла			+		
Струйные трансформаторы тепла			+		
Ожижение газов и термоэлектрические трансформаторы тепла.					
Ожижение и замораживание газов				+	
Термоэлектрические трансформаторы тепла					
Термоэлектрические трансформаторы тепла					+
Вес КМ:	25	25	20	15	15

\$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-2ПК-1 Принимает участие в разработке принципиальных схем и оборудования для объектов теплоэнергетики и теплотехники	Знать: источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) основные экономические положения при разработке установок трансформаторов тепла рабочие вещества и материалы, применяемые в холодильных и теплонасосных трансформаторах тепла методические материалы для расчёта схем трансформаторов тепла, термодинамический (эксергетический) метод анализа определения потерь в энергетических установках основные источники научно-технической информации по	Терминология (Проверочная работа) ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа) А и С трансформаторы тепла (Видеофильм) Ожжижение газов (Интервью) Термоэлектрические трансформаторы тепла (Лабораторная работа)

		холодильным и теплонасосным установкам	
ПК-1	ИД-4 _{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	Уметь: анализировать информацию о новых схемах, процессах и циклах трансформаторов тепла самостоятельно проводить эксперименты на трансформаторах тепла самостоятельно разбираться в типовых методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты)	Терминология (Проверочная работа) ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа) А и С трансформаторы тепла (Видеофильм) Термоэлектрические трансформаторы тепла (Лабораторная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Терминология

Формы реализации: Билеты (письменный опрос)

Тип контрольного мероприятия: Проверочная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный опрос на практическом занятии.

Краткое содержание задания:

Назначение трансформаторов тепла. Классификация. Области применения трансформаторов тепла. Перспективы развития установок трансформации тепла. Роль трансформаторов тепла в системах термостабилизации различных объектов. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надежности. Коэффициенты, определяющие эффективность. Целевые коэффициенты и КПД. Эксергетический метод термодинамического анализа трансформаторов тепла. Упорядоченные и неупорядоченные виды энергии. Определение эксэргии различных видов энергии. Коэффициенты работоспособности. Характерные зоны искусственного холода. Применение эксергетического метода анализа к установкам и системам. Эксергетический КПД, энергетический и эксергетический балансы.

Контрольные вопросы/задания:

Знать: источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет)	1. Назначение трансформаторов тепла 2. Классификация трансформаторов тепла 3. Области применения трансформаторов тепла 4. Перспективы развития установок трансформации тепла
Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты)	1. Основные требования по удельным затратам энергии, эффективности и надежности 2. Роль трансформаторов тепла в системах термостабилизации различных объектов

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

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. ПЖ и ГК трансформаторы тепла

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Решение задач по индивидуальным вариантам на практическом занятии.

Краткое содержание задания:

Решение задач по теме "Компрессионные трансформаторы тепла"

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные источники научно-технической информации по холодильным и теплонасосным установкам	1.Схемы одноступенчатых и многоступенчатых трансформаторов тепла, метод расчета
Уметь: самостоятельно разбираться в типовых методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи	1.Рассчитать схему одноступенчатой компрессионной холодильной установки, определив параметры в характерных точках схемы, тепловые нагрузки теплообменных аппаратов, мощность компрессора, холодильный коэффициент и эксергетический к.п.д.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если 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. А и С трансформаторы тепла

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Видеофильм

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Рассчитана на 45 мин

Краткое содержание задания:

Предлагается фильм о работе трансформатора тепла, затем проводится обсуждение материала

Контрольные вопросы/задания:

Знать: основные экономические положения при разработке установок трансформаторов тепла	1.Как определить тип трансформатора тепла 2.какими характеристиками обладают струйные трансформаторы тепла
Уметь: самостоятельно проводить эксперименты на трансформаторах тепла	1.Какими характеристиками обладают абсорбционные трансформаторы тепла

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. Ожжижение газов

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Интервью

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Рассчитана на 45 минут

Краткое содержание задания:

Проводится встреча с представителями предприятий, где в режиме интервью задаются проблемные вопросы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: рабочие вещества и материалы, применяемые в холодильных и теплонасосных трансформаторах тепла	1.Для каких целей проводится ожжижение газов 2.Какие методы ожжижения газов применяют на трансформаторах тепла
--	---

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-5. Термоэлектрические трансформаторы тепла

Формы реализации: Обмен электронными документами

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 15

Процедура проведения контрольного мероприятия: Проводится опрос по результатам выполнения лабораторной работы

Краткое содержание задания:

Проводится выполнение лабораторной работы по эксплуатации термоэлектрических трансформаторов тепла

Контрольные вопросы/задания:

Знать: методические материалы для расчёта схем трансформаторов тепла, термодинамический (эксергетический) метод анализа определения потерь в энергетических установках	1.Выберите характеристики указывающие на стабильность работы трансформатора тепла
Уметь: анализировать информацию о новых схемах, процессах и циклах трансформаторов тепла	1.Рассчитайте параметры трансформатора тепла

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

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Схема и принцип работы двухступенчатых компрессионных холодильных установок. Методика их расчета. Холодильный коэффициент и КПД.
2. Отличие реального компрессора от идеального. Коэффициент подачи. Индикаторный КПД.
3. Температура конденсации фреона-12 в компрессорной холодильной установке $t_k=40^\circ\text{C}$. Температура испарения $t_i=-10^\circ\text{C}$. КПД компрессора 0.7, электромеханический КПД 0.9. Определить КПД установки и холодильный коэффициент.

Процедура проведения

Экзамен проводится устно, подготовка к ответу 60 мин.

1. 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. Схема Линде и изображение процесса в T-S диаграмме. Вывод уравнения для определения доли ожиженного газа.
2. Схема парокомпрессионного теплового насоса. Процесс работы в T-S диаграмме. КПД и коэффициент трансформации.
3. Абсорбционные трансформаторы тепла. Принцип работы. Энергетический баланс. Сравнение с парокомпрессионными установками. Холодильный коэффициент и КПД.
4. Газовая установка “Филипс”. Схема и принцип работы.
5. Требования к хладагентам. Маркировка фреонов.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В чём заключается работа рефрижератора

Ответы:

подводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых ниже температуры окружающей среды отводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых выше температуры окружающей среды подводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых выше температуры окружающей среды отводе в окружающую среду тепла от объектов, температура ТН которых ниже температуры окружающей среды

2. На какие два вида можно разделить установки для трансформации тепла по принципу работы

Ответы:

парожидкостные и газовые термоэлектрические и механические компрессионные и струйные сорбционные и газожидкостные

3. Цикл Линде

Ответы:

дросселирование сочетание дросселирования с регенеративным теплообменом
теплообмен сочетание дросселирования с конвективным теплообменом

2. Компетенция/Индикатор: ИД-4_{ПК-1} Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники

Вопросы, задания

1. Эксергетический метод анализа. Определение потерь и КПД.
2. Различие между целевыми коэффициентами и КПД. Пределы изменения.
3. Колонна однократной ректификации. Коэффициент извлечения кислорода.
4. Коэффициент работоспособности тепла. Пределы изменения. Эксергетический и энергетический балансы. Их назначение.
5. Схема воздухоразделительной установки с колонной однократной ректификации. Коэффициент извлечения кислорода.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Трансформаторами тепла называются системы, в которых осуществляется

Ответы:

отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой. подвод энергии в форме тепла к объекту с относительно низкой температурой к приемникам тепла с более высокой температурой. отвод энергии в форме тепла от объектов с относительно высокой температурой к приемникам тепла с более низкой температурой. подвод энергии в форме тепла от объектов с относительно высокой температурой к приемникам тепла с более низкой температурой

2. При теплоснабжении от котельной удельный расход условного топлива зависит от

Ответы:

КПД Брутто Нетто Местонахождения котельно

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Решена задача и даны верно ответы на вопросы.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Решена задача и даны ответы на вопросы с незначительными недостатками.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Представлен верный ход решения задачи, ответы на вопросы даны с незначительными недостатками.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Задача не решена, ответы на вопросы даны не полностью.

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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