

**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  
2022**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козлов С.А.
	Идентификатор	R184c2bd3-KozlovSA-5cd0fdbc

(подпись)

С.А. Козлов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень,  
ученое звание)

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

(подпись)

А.Я.

Шелгинский

(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-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: основные источники научно-технической информации по холодильным и теплонасосным установкам методические материалы для расчёта схем трансформаторов тепла, термодинамический (эксергетический) метод анализа определения потерь в энергетических установках рабочие вещества и материалы, применяемые в холодильных и теплонасосных трансформаторах тепла источники научно-технической информации (журналы, сайты Интернет) основные экономические положения при разработке	Терминология (Проверочная работа) ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа) А и С трансформаторы тепла (Видеофильм) Ожжижение газов (Интервью) Термоэлектрические трансформаторы тепла (Лабораторная работа)

		установок трансформаторов тепла	
ПК-1	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Принимает участие в оценке энергетической эффективности объектов теплоэнергетики и теплотехники	Уметь: 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) анализировать информацию о новых схемах, процессах и циклах трансформаторов тепла самостоятельно проводить эксперименты на трансформаторах тепла	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

## 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.

## 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	1.Как определить тип трансформатора тепла 2.какими характеристиками обладают струйные
--------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------



установок трансформаторов тепла	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  $t_k=40\text{C}$ . Температура испарения  $t_i=-10\text{C}$ . 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<sub>ПК-1</sub> 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 пароконденсационного теплового насоса. Процесс работы в T-S диаграмме. КПД и коэффициент трансформации.
- 3.Абсорбционные трансформаторы тепла. Принцип работы. Энергетический баланс. Сравнение с пароконденсационными 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-4ПК-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.

## **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