

**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: Технологии теплоэнергетики (тепловые электрические станции; теплоснабжение и теплотехническое оборудование; технология воды и топлива; автоматизированные теплоэнергетические системы)

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

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

**Москва
2025**

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	Бураков И.А.
	Идентификатор	R6e8dfb19-BurakovIA-87400e32

И.А. Бураков

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Щербатов И.А.
	Идентификатор	R6b2590a8-ShcherbatovIA-d91ec17

И.А.
Щербатов

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, расчетах и эксплуатации промышленных теплоэнергетических систем, систем водоподготовки, топливного хозяйства и оборудования энергетических объектов, а также в ведении их режимов работы

ИД-1 демонстрирует способности выполнять работы по проектированию и обследованию теплоэнергетических системами

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Терминология (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. А и С трансформаторы тепла (Контрольная работа)

2. ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа)

БРС дисциплины

9 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 А и С трансформаторы тепла (Контрольная работа)

КМ-2 Терминология (Тестирование)

КМ-3 ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3
	Срок КМ:	3	6	9
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		+	
Термоэлектрические трансформаторы тепла			
Термоэлектрические трансформаторы тепла. Принцип действия			+
Теория и расчет термоэлектрических ТТ			+
Вес КМ:	45	25	30

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-1 _{ПК-1} демонстрирует способности выполнять работы по проектированию и обследованию теплоэнергетических системами	Знать: рабочие вещества и материалы, применяемые в холодильных и теплонасосных трансформаторах тепла основные источники научно-технической информации по холодильным и теплонасосным установкам Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты)	КМ-1 Терминология (Тестирование) КМ-2 ПЖ и ГК трансформаторы тепла (Контрольная работа) КМ-3 А и С трансформаторы тепла (Контрольная работа)

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. А и С трансформаторы тепла

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 45

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизированный уникальным логином и паролем.

Краткое содержание задания:

Предлагается фильм о работе трансформатора тепла, затем проводится обсуждение материала

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные источники научно-технической информации по холодильным и теплонасосным установкам	1. В чем главное преимущество сорбционных трансформаторов тепла? 1. Малая металлоемкость 2. В качестве источника используют тепловую энергию 3. Малая стоимость 4. Легкость эксплуатации ответ: 2 2. Выберите НЕВЕРНЫЕ ответы Преимущества струйных трансформаторов тепла 1 Надежность 2 Высокая эффективность 3 Малая металлоемкость 4 Отсутствие токсичного рабочего агента 5 Малый шум ответ: 2 3. Процесс выравнивания скоростей в камере смешения струйных аппаратов сопровождается: 1. изменением давления 2. изменением массы 3. изменением силы 4. изменением температуры ответ: 1

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Терминология

Формы реализации: Компьютерное задание

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизованный уникальным логином и паролем.

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: рабочие вещества и материалы, применяемые в холодильных и теплонасосных трансформаторах тепла	1.Эксергия - это? 1. количество работы, которое может быть получено от системы при переходе этой системы из ее исходного состояния в состояние баланса с окружающей средой. 2. максимальная работоспособность системы 3. количество энергии с учетом качества этой энергии 4. мера приведения различных видов энергий к единому понятию, которое позволяет корректно сравнивать их между собой ответ: 1,2,3,4

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	2.Отметьте НЕВЕРНОЕ утверждение 1. среди трансформаторов тепла самую высокую эффективность имеет вихревая труба 2. тепло получать проще, чем искусственный холод 3. парокompрессионные трансформаторы тепла самые распространенные 4. абсорбционные установки позволяют получать холод из тепловой энергии 5. тепловой насос является парокompрессионным трансформатором тепла ответ: 1 3. Понятие эксергия нужно для того, что бы корректно сравнивать тепловую энергию разного температурного уровня. 1. Да 2. Нет ответ: 1 4. Зачем введено понятие эксергетического КПД? (развернутый ответ теста) рекомендуемый ответ: Для оценки эффективности и сравнения различных холодильных установок. Эксергия – мера «качества» неупорядоченной энергии (тепла или холода). При расчете эксергетического КПД – учитывается качество полученного холода, к приведенной затраченной энергии 5.Перечислите области применения трансформаторов тепла (развернутый ответ теста) Рекомендуемый ответ: жилищно-коммунальное хозяйство, промышленность, медицина, транспорт, пищевая промышленность и другие отрасли, где необходим искусственный холод

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. ПЖ и ГК трансформаторы тепла

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 30

Процедура проведения контрольного мероприятия: Технология проверки связана с выполнением контрольного теста по изученной теме. Время, отведенное на выполнение задания, устанавливается не более 30 минут. Количество попыток не более 3х. Тестирование проводится с использованием СДО "Прометей". К тестированию допускается пользователь, изучивший материалы, авторизированный уникальным логином и паролем.

Краткое содержание задания:

Решение задач по теме "Компрессионные трансформаторы тепла"

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: осуществлять поиск и анализировать научно-техническую информацию и выбирать необходимые рабочие вещества (хладагенты)	1. Рассчитать схему одноступенчатой компрессионной холодильной установки, определив параметры в характерных точках схемы, тепловые нагрузки теплообменных аппаратов, мощность компрессора, холодильный коэффициент и эксергетический КПД 2. Рассчитайте схему парокомпрессионного теплового насоса. Определите параметры в характерных точках схемы. Построить процесс в T-S диаграмме, определить мощность компрессора, коэффициент трансформации тепла и эксергетический КПД 3. Рассчитайте схему двухступенчатого парокомпрессионного трансформатора тепла. Определите параметры в характерных точках схемы. Построить процесс в T-S диаграмме, определить мощность компрессора, холодильный коэффициент и эксергетический КПД

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в полном объеме:

Представлены схема установки и процессы в T-S диаграмме, приведены данные (температуры, энтальпии и др) в характерных точках процессов, рассчитаны коэффициент трансформации, расход рабочего агента, проверена сходимость баланса, рассчитаны мощность потребляемая на компрессоре, целевой коэффициент и эксергетический КПД.

Приведен вывод об установке.

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена на достаточном уровне:

Представлены схема установки и процессы в T-S диаграмме, приведены данные (температуры, энтальпии и др) в характерных точках процессов, рассчитаны коэффициент

трансформации, расход рабочего агента, проверена сходимость баланса, рассчитаны мощность потребляемая на компрессоре, целевой коэффициент и эксергетический КПД. Имеются замечания по расчету, незначительные ошибки вычислений (без нарушения методики решения), вывод приведен, но не является полноценным рассуждением

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена на удовлетворительном уровне: Представлены схема установки и процессы в Т-S диаграмме, приведены данные (температуры, энтальпии и др) в характерных точках процессов, рассчитаны коэффициент трансформации, расход рабочего агента, проверена сходимость баланса, рассчитаны мощность потребляемая на компрессоре, целевой коэффициент и эксергетический КПД. Имеются существенные замечания по расчету, ошибки определения данных в характерных точках, незначительные ошибки вычислений (без нарушения методики решения), отсутствует один или несколько из обязательных элементов работы (например, Т-S диаграмма, или очень большая погрешность вычислений)

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

9 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

Вид билета связан с интерфейсом сервиса "Прометей"

Процедура проведения

В тесте встречаются вопросы следующих типов:

1. с одним вариантом ответа (в вопросах «один из многих», система сравнивает ответ слушателя с правильным ответом и автоматически выставляет за него назначенный балл)
2. с выбором нескольких вариантов ответов (в вопросах «многие из многих» система оценивает каждый ответ отдельно; есть возможность разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
3. на соответствие слушатель должен привести в соответствие левую и правую часть ответа (в вопросах «соответствие» система оценивает каждый ответ отдельно; можно разрешить слушателю получить за вопрос 0,75 балла, если он выберет 3 правильных ответа из 4)
4. развернутый ответ, вводится вручную в специально отведенное поле (ручная оценка преподавателем)

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} демонстрирует способности выполнять работы по проектированию и обследованию теплоэнергетических системами

Вопросы, задания

1. Эксергия. Определение эксергии для различных видов энергии. Энергетический и эксергетический балансы
2. Отличие реального компрессора от идеального. Коэффициент подачи. Удельная затрата работы на единицу массового расхода рабочего агента. Индикаторный КПД
3. Схема и принцип работы двухступенчатых компрессионных холодильных установок. Методика их расчета. Холодильный коэффициент и КПД
4. Фреоны для парокомпрессионных трансформаторов тепла, фреоны для теплонасосных установок
5. Каскадная парокомпрессионная холодильная установка, принцип работы и процесс в Т-S диаграмме. Метод расчета, КПД, и холодильный коэффициент
6. Газовые реальные компрессионные холодильные установки, работающие по замкнутой схеме. Процесс в Т-S диаграмме. КПД и холодильный коэффициент
7. Схема реальной абсорбционной установки. Основные показатели
8. Бромисто-литиевая холодильная установка. Схема и принцип работы. КПД
9. Прямотруйные трансформаторы тепла. Классификация. Схема струйного аппарата и принцип работы. КПД
10. Основные области применения термоэлектрических тт

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Трансформаторами тепла называются:

Ответы:

Какой процесс используется для охлаждения процессора компьютера?

1. конвекция
2. излучение
3. конденсация
4. отвод тепла

Верный ответ: 4

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

Ответы:

1. 1. Климат региона
2. 2. Вид топлива на котельной
3. 3. КПД котельной
4. 4. Состояние и протяженность тепловых сетей
5. 5. Характеристик у потребителя

Верный ответ: 1,2,3,4,5

3. Что такое термостат?

Ответы:

1. Устройство для поддержания постоянной температуры
2. Устройство для измерения температуры
3. Устройство для охлаждения жидкостей
4. Устройство для измерения теплопроводности

Верный ответ: 1

4. Назовите условия, когда на предприятии выгодно применять сорбционные холодильные машины

Ответы:

1. 1. У предприятия имеется необходимость в холоде
2. 2. У предприятия нет возможности подключения дополнительной электрической мощности
3. 3. У предприятия имеется избыток тепловых или топливных ВЭР

Верный ответ: 1,2,3. - все верные

5. Назовите причины возможного летального исхода при контакте с сухим льдом

Ответы:

1. 1. Термический ожог легких
2. 2. Удушье
3. 3. Химический ожог
4. 4. Поражение угарным газом из-за выхода углекислого газа
5. 5. Переохлаждение

Верный ответ: 1, 2, 5.

6. КПД брутто - это

Ответы:

1. КПД с учетом потерь
2. КПД без учета потерь
3. Эксергетический КПД
4. Целевой коэффициент

Верный ответ: 2

7. Струйные установки основаны на:

Ответы:

1. использовании кинетической энергии потока пара или газа для повышения давления рабочего агента
2. использовании потенциальной энергии потока пара или газа для понижения давления рабочего агента
3. использовании электромагнитной энергии потока пара или газа для повышения температуры рабочего агента
4. использовании механической энергии потока пара или газа для понижения температуры рабочего агента

Верный ответ: 1

8. Принцип работы сорбционных установок основан на:

Ответы:

1. 1. повышении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с отводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого подводом тепла
2. 2. понижении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с подводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого отводом тепла
3. 3. повышении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с подводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого отводом тепла
4. 4. понижении давления рабочего тела при последовательном осуществлении термохимических реакций поглощения рабочего агента соответствующим сорбентом с отводом тепла, а затем выделения рабочего агента из сорбента, сопровождаемого подводом тепла

Верный ответ: 1

9. Процесс выравнивания скоростей в камере смешения струйных аппаратов сопровождается:

Ответы:

1. изменением давления
2. изменением массы
3. изменением силы
4. изменением температуры

Верный ответ: 1

10. Эксергия системы остается неизменной только при:

Ответы:

1. 1. при необратимом проведении всех процессов, протекающих как внутри неё, так и при взаимодействии с окружающей средой
2. 2, при обратимом проведении всех процессов, протекающих как снаружи неё, так и при взаимодействии с окружающей средой
3. 3. при необратимом проведении всех процессов, протекающих как снаружи неё, так и при взаимодействии с окружающей средой
4. 4. при обратимом проведении всех процессов, протекающих как внутри неё, так и при взаимодействии с окружающей средой

Верный ответ: 4

11. Отметьте НЕВЕРНОЕ утверждение

Ответы:

1. среди трансформаторов тепла самую высокую эффективность имеет вихревая труба
2. тепло получать проще, чем искусственный холод
3. парокомпрессионные трансформаторы тепла самые распространенные

4. абсорбционные установки позволяют получать холод из тепловой энергии
5. тепловой насос является парокомпрессионным трансформатором тепла

Верный ответ: 1

12. Понятие эксергия нужно для того, что бы корректно сравнивать тепловую энергию разного температурного уровня.

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: 1

13. Согласны ли Вы с выражением "Трансформаторы тепла установлены в доме каждого жителя многоквартирного дома"

Ответы:

1. да
2. нет

Верный ответ: 1

14. Что такое теплопроводность?

Ответы:

1. способность вещества отдавать или поглощать тепло
2. способность вещества поглощать световые волны
3. способность вещества поглощать звуковые волны
4. способность вещества отдавать или поглощать электромагнитное излучение

Верный ответ: 1

15. Что такое конвекция?

Ответы:

1. Передача тепла через прямой контакт между телами
2. Передача тепла через циркуляцию вещества
3. Передача тепла через электромагнитное излучение
4. Передача тепла через световые волны

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется, если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется, если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено. Работа не выполнена.

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.