

**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: Энергетика предприятий и водородные технологии

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Термодинамика и теплопередача**

**Москва
2025**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шевченко И.В.
	Идентификатор	R0722806b-ShevchenkoIv-73cb476

И.В.
Шевченко

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рогалев А.Н.
	Идентификатор	Rb956ba44-RogalevAN-6233a28b

А.Н.
Рогалев

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. ОПК-3 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

ИД-5 Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач

2. ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

ИД-2 Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

ИД-3 Демонстрирует понимание основных законов тепломассообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем

3. РПК-1 Способен определять энергоэффективность теплотехнического оборудования в сфере профессиональной деятельности

ИД-1 Демонстрирует знание базовых принципов энергоэффективности

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. КМ-1 (Контрольная работа)
2. КМ-10 (Лабораторная работа)
3. КМ-11 (Контрольная работа)
4. КМ-12 (Контрольная работа)
5. КМ-2 (Контрольная работа)
6. КМ-3 (Контрольная работа)
7. КМ-4 (Контрольная работа)
8. КМ-5 (Контрольная работа)
9. КМ-6 (Контрольная работа)
10. КМ-7 (Контрольная работа)
11. КМ-8 (Контрольная работа)
12. КМ-9 (Контрольная работа)

БРС дисциплины

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 КМ-1 (Контрольная работа)

КМ-2 КМ-2 (Контрольная работа)

КМ-3 КМ-3 (Контрольная работа)

КМ-4 КМ-4 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Основы теории теплообмена					
Введение.		+			
Теплопроводность			+		
Конвективный теплообмен				+	
Теплообмен излучением					+
Вес КМ:		25	25	25	25

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-5 КМ-5 (Контрольная работа)

КМ-6 КМ-6 (Контрольная работа)

КМ-7 КМ-7 (Контрольная работа)

КМ-8 КМ-8 (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-5	КМ-6	КМ-7	КМ-8
	Срок КМ:	4	8	12	14
Теплопроводность и тепловое излучение					
Введение в теплопередачу. Способы переноса теплоты. Основные определения, терминология		+			
Одномерные стационарные задачи теплопроводности		+			
Одномерные линейные нестационарные задачи теплопроводности			+		
Теплообмен излучением в системе тел, разделенных диатермичной средой, основные законы излучения				+	+

Теплообмен излучением между излучающе–поглощающей средой и поверхностями нагрева теплообменных устройств			+	+
Вес КМ:	25	25	25	25

5 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-9 КМ-9 (Контрольная работа)
КМ-10 КМ-10 (Лабораторная работа)
10
КМ-11 КМ-11 (Контрольная работа)
11
КМ-12 КМ-12 (Контрольная работа)
12

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-9	КМ-10	КМ-11	КМ-12
	Срок КМ:	4	8	12	15
Конвективный тепломассообмен					
Введение в конвективный теплообмен		+		+	
Внешняя задача конвективного теплообмена		+		+	
Конвективная теплоотдача при течении жидкости в трубах (каналах)			+		
Теплоотдача при фазовых превращениях теплоносителя					+
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
ОПК-3	ИД-5 _{ОПК-3} Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач	Знать: законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам Уметь: вычислять коэффициент теплоотдачи при кипении в большом объеме и при движении кипящей жидкости вычислять коэффициент теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции	КМ-1 КМ-1 (Контрольная работа) КМ-2 КМ-2 (Контрольная работа) КМ-3 КМ-3 (Контрольная работа) КМ-6 КМ-6 (Контрольная работа)
ОПК-4	ИД-2 _{ОПК-4} Демонстрирует понимание основ	Знать: способы расчета	КМ-5 КМ-5 (Контрольная работа) КМ-10 КМ-10 (Лабораторная работа)

	термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	температурного поля при теплопроводности в твердых телах и передаваемого теплового потока Уметь: рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов	
ОПК-4	ИД-3 _{ОПК-4} Демонстрирует понимание основных законов тепломассообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	Знать: способы расчета теплового потока между телами различной формы при теплообмене излучением Уметь: рассчитывать процессы тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования вычислять коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации на различных поверхностях	КМ-7 КМ-7 (Контрольная работа) КМ-8 КМ-8 (Контрольная работа) КМ-9 КМ-9 (Контрольная работа) КМ-11 КМ-11 (Контрольная работа)
РПК-1	ИД-1 _{РПК-1} Демонстрирует знание базовых принципов энергоэффективности	Знать: основные механизмы переноса теплоты и их особенности в различных системах особенности процессов	КМ-4 КМ-4 (Контрольная работа) КМ-11 КМ-11 (Контрольная работа) КМ-12 КМ-12 (Контрольная работа)

		переноса тепла и массы в многокомпонентных системах Уметь: участвовать в экспериментальных исследованиях процессов теплообмена и обработке результатов экспериментов	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

3 семестр

КМ-1. КМ-1

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Основные механизмы переноса теплоты и их особенности в различных системах

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам	1. Чем свободная конвекция отличается от вынужденной? 2. В чем заключается приближение локального термодинамического равновесия?

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: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-2. КМ-2

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Способы расчета температурного поля при теплопроводности в твердых телах и передаваемого теплового потока

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты	1.1. Провод диаметром 3 мм изолирован материалом с теплопроводностью $\lambda_{из}=0,1 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Провод находится в воздухе с температурой 25°C, коэффициент теплоотдачи от провода к воздуху $\alpha=30 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Определить оптимальную толщину изоляции и допустимую силу тока, если температура провода не должна превышать 75°C. Свойства материала провода: удельное сопротивление $r=1,5\cdot 10^{-6} \text{ Ом}\cdot\text{м}$, теплопроводность $l=25 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. 2. Плоская стальная стенка толщиной 5 мм и площадью $0,5 \text{ м}^2$ двухслойной изоляцией. Первый слой изоляции толщиной 50 мм выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности, удовлетворяющим соотношению $l_2=0,1+0,0005\cdot t \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$, где t – температура в градусах Цельсия. Второй слой изоляции толщиной 10 мм выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности $l_3=0,5 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Температура внутренней поверхности стальной стенки 200°C, температура окружающей среды 25°C, внешний коэффициент теплоотдачи $a=50 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$. Коэффициент теплопроводности стали $l_1= 45 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$. Найти полный тепловой поток, передаваемый через стенку.

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: 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: 50

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. КМ-3

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменное выполнение расчетного задания.

Краткое содержание задания:

Вычислить коэффициент теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: вычислять коэффициент теплоотдачи при вынужденной и естественной конвекции	1.1. Вода с температурой 20°C обтекает пластину с температурой 50°C. Скорость воды 2 м/с, длина пластины 5 м. Найти средний коэффициент теплоотдачи и локальный коэффициент теплоотдачи в конце пластины. 2. Вода течет в трубе диаметром 10 мм со скоростью 2 м/с. Длина трубы 5 м, температура воды на входе 10°C. От стенки к воде подводится постоянный тепловой поток 36000 Вт/м^2. Найти среднюю по длине температуру стенки. 3. Натянутая горизонтально проволока нагревается в воздушной атмосфере электрическим током. Диаметр проволоки $0,8\text{ мм}$, сопротивление на единицу длины проволоки $3,4\text{ Ом/м}$. Температуры воздуха и проволоки равны 20°C и 260°C соответственно. Найти силу тока.

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: 60

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: 50

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-4. КМ-4

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Методы расчета теплового потока между телами различной формы при теплообмене излучением

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные механизмы переноса теплоты и их особенности в различных системах	1.1. В сферическом сосуде Дьюара объемом 50 л хранится жидкий кислород. Определить суточную потерю кислорода из-за теплопритоков излучением. Коэффициенты излучения поверхностей внутреннего и наружного сосудов равны 0,1 и 0,06, а их температуры равны 90 К и 300 К. Как уменьшатся потери, если между стенками сосуда установить экран, коэффициент излучения которого равен 0,1? Теплота парообразования кислорода 212 кДж/кг. 2. Между двумя параллельными плоскими поверхностями находятся два экрана. Температуры поверхностей равны 150°С и 30°С, их коэффициенты излучения равны 0,7 и 0,3, коэффициент излучения экранов равен 0,15. Найти температуру экрана, который находится ближе к горячей поверхности.

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: 50

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

4 семестр

КМ-5. КМ-5

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Особенности процессов переноса тепла и массы в многокомпонентных системах

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: способы расчета температурного поля при теплопроводности в твердых телах и передаваемого теплового потока	1. Какой закон сохранения выражает уравнение диффузии? 2. Как записывается закон Фика для потока массы при диффузии?

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: 50

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-6. КМ-6

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменное выполнение расчетного задания.

Краткое содержание задания:

Вычислить коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации на различных поверхностях

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: вычислять коэффициент теплоотдачи при кипении в большом объеме и при движении кипящей жидкости	1.1. Какую температуру стенки необходимо обеспечить, чтобы при пленочной конденсации сухого насыщенного водяного пара на поверхности вертикальной трубы длиной 2 м и диаметром 25 мм

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	конденсировалось $5 \cdot 10^{-3}$ кг/с пара? Давление пара 0,1 МПа. 2. На поверхности горизонтальной трубы диаметром 12 мм и длиной 2 м конденсируется водяной пар при давлении 0,2 МПа. Разность температур между паром и стенкой равна 10 К. Найти массовый расход образовавшейся жидкости.

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: 60

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: 50

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-7. КМ-7

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Вычислить коэффициент теплоотдачи при кипении в большом объеме и при движении кипящей жидкости

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: вычислять коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации на различных поверхностях	1.1. На поверхности горизонтальной трубы диаметром 8 мм кипит вода при атмосферном давлении. Тепловая нагрузка $q=0.7q_{кр1}$. Как изменится плотность теплового потока на поверхности трубки, если разность температур между стенкой и жидкостью увеличить в 8 раз? 2. Вода кипит при течении в трубе диаметром 35 мм и длиной 7 м. Определить скорость циркуляции, при которой вынужденное движение начнет оказывать

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	влияние на интенсивность теплообмена ($q = 2.5 \cdot 10^5$ Вт/м ² , $P = 7.5$ МПа).

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: 50

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-8. КМ-8

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Участие в экспериментальных исследованиях процессов теплообмена и обработке результатов экспериментов: Определение теплоемкости и температуропроводности твердых материалов методом регулярного режима

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: вычислять коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации на различных поверхностях	1.Какие предельные случаи существуют при регулярном режиме охлаждения? 2.В чем заключаются особенности предельных случаев при регулярном режиме охлаждения?

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: 50

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

5 семестр

КМ-9. КМ-9

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знаний по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: рассчитывать процессы теплопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования	1. В чем заключается отличие свободной конвекции от вынужденной конвекции? 2. Почему при выполнении работы необходимо проводить измерения в стационарном режиме?

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: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-10. КМ-10

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку умений по соответствующему разделу дисциплины

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов	1. Каковы особенности пленочного кипения на плоской поверхности? 2. Каковы основные источники погрешности измерений в данной работе?

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: 50

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

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

КМ-11. КМ-11

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Ориентирован на проверку знаний

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: способы расчета теплового потока между телами различной формы при теплообмене излучением	1. Для трубчатого прямоточного водонагревателя известно: греющий сухой водяной пар $G_1=1$ кг/с, давление=2 атм, температура воды на входе= 20°C, на выходе = 70°C. Коэффициент теплоотдачи водяного пара = 200 Вт/(м ² •К), коэффициент теплоотдачи воды = 1200 Вт/(м ² •К), тепловое сопротивление стенки трубки= 0,0001 (м ² •К)/Вт Найти перепад температур на расстоянии 1/5 длины от входного края трубки.
Знать: особенности процессов переноса тепла и массы в многокомпонентных системах	1. В маслоохладителе масло МС-20 охлаждают от 100°C до 20°C, охладителем является вода с температурой 100°C. Расход масла $G_1=10^3$ кг/час, расход воды $G_2=5 \cdot 10^3$ кг/час. Коэффициент теплопередачи $k=200$ Вт/(м ² •К). Определить площадь поверхности теплообменника для прямоточной и противоточной схем методом NTU.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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-12. КМ-12

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Студенты получают вариант контрольной работы. На выполнение контрольной работы отводится 45 минут.

Краткое содержание задания:

Проверка умений

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Уметь: участвовать в экспериментальных исследованиях процессов теплообмена и обработке результатов экспериментов	1.Пограничный слой: гидродинамический и тепловой. Число Прандтля. 2.Число и критерии подобия. Теория подобия.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

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 («хорошо»)

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 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

3 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет 1

1. Основные положения теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Возрастаение энтропии при передаче тепла теплопроводностью.
2. Теплообмен при стабилизированном течении в трубах. Ламинарное течение. Граничные условия 2 рода.
3. Пластина с размерами $1 \times 100 \times 400$ мм, омывается потоком воды, направленным вдоль длинной стороны пластины. Температура поверхности пластины постоянна и равна 75°C , температура набегающего потока 20°C . Режим течения в пограничном слое ламинарный. Как изменится количество тепла, снимаемого с пластины, если направить поток вдоль меньшей стороны?

Процедура проведения

Устные ответы на вопросы билета, решение задачи

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-4} Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

Вопросы, задания

1. Билет 2
1. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Приближения и вывод. Условия однозначности и безразмерные критерии.
2. Конвективный теплообмен. Гидродинамический и тепловой турбулентный пограничный слой. Модель Прандтля. Аналогия Рейнольдса.
3. Вода со скоростью $0,2$ м/с движется по трубе диаметром 4 мм с температурой 20°C на входе в трубу. Определить длину трубы, необходимую для нагревания воды до 80°C , если подводимая плотность теплового потока равна 1500 Вт/м². Также найти температуру стенки трубы в выходном сечении.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Что такое коэффициент теплоотдачи?

Ответы:

- 1) Коэффициент пропорциональности, связывающий тепловой поток между жидкостями с разных сторон стенки и разность температур между этими жидкостями
- 2) Коэффициент пропорциональности, связывающий тепловой поток между стенкой и жидкостью и разность температур между ними**
- 3) Коэффициент пропорциональности, связывающий тепловой поток в стенке и разность температур между разными границами стенки

Верный ответ: Коэффициент пропорциональности, связывающий тепловой поток между стенкой и жидкостью и разность температур между ними

2. Компетенция/Индикатор: ИД-З_{ОПК-4} Демонстрирует понимание основных законов теплообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем

Вопросы, задания

1. Билет 3

1. Теплопроводность в плоской пластине. Граничные условия 1-го и 3-го рода. Термические сопротивления.

2. Конвективный теплообмен при турбулентном движении в трубах. Интеграл Лайона.

3. На сколько можно увеличить количество тепла, передаваемое через плоскую стенку размером 0.5'1.0 м от одной жидкой среды ($\alpha_1 = 50 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, $T_{ж1} = 200 \text{ К}$) к другой ($\alpha_2 = 10 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times \text{К})$, $T_{ж2} = 150 \text{ К}$) за счет установки на одной из поверхностей ребер?

Принять, что коэффициент оребрения стенки равен 4, эффективность ребра равна 1. Термическое сопротивление стенки мало.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Как формулируется закон Фурье для передачи тепла теплопроводностью?

Ответы:

1) Тепловой поток пропорционален градиенту температуры с противоположным знаком

2) Тепловой поток обратно пропорционален градиенту температуры

3) Тепловой поток пропорционален температуре с противоположным знаком

Верный ответ: Тепловой поток пропорционален градиенту температуры с противоположным знаком

2. Что такое регулярный режим нагрева или охлаждения тела?

Ответы:

1) Стадия процесса, на которой температура зависит от времени линейно

2) Стадия процесса, на которой логарифм безразмерной температуры зависит от времени линейно

3) Стадия процесса, на которой температура не зависит от времени

Верный ответ: Стадия процесса, на которой логарифм безразмерной температуры зависит от времени линейно

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Демонстрирует знание базовых принципов энергоэффективности

Вопросы, задания

1. Билет 1

1. Основные положения теории теплопроводности. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Возрастаение энтропии при передаче тепла теплопроводностью.

2. Теплообмен при стабилизированном течении в трубах. Ламинарное течение. Граничные условия 2 рода.

3. Пластина с размерами 1x100x400 мм, омывается потоком воды, направленным вдоль длинной стороны пластины. Температура поверхности пластины постоянна и равна 75°C, температура набегающего потока 20°C. Режим течения в пограничном слое ламинарный. Как изменится количество тепла, снимаемого с пластины, если направить поток вдоль меньшей стороны?

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

4 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

Билет 1

1. Конденсация движущегося пара на плоской поверхности.
2. Стефанов поток при испарении в парогазовую среду.
3. Задача

Процедура проведения

Экзамен устный и включает два теоретических вопроса и задачу. К экзамену допускаются студенты, успешно выполнившие и защитившие все контрольные мероприятия предусмотренные в БАРСе

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ОПК-3} Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач

Вопросы, задания

1. Подобие процессов при тепло- и массообмене. Тройная аналогия.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Какой фактор определяет режим конденсации на поверхности (плёночная или капельная)?

Ответы:

- 1) Форма поверхности
- 2) Разность температур между паром и стенкой

- 3) Смачиваемость
Верный ответ: 3

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-4} Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

Вопросы, задания

1. Основные особенности кипения при движении жидкости в трубах. Смена режимов течения.

3. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Демонстрирует знание базовых принципов энергоэффективности

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При какой высоте стенки средний коэффициент теплоотдачи при пленочной конденсации на вертикальной стенке будет минимальным?

Ответы:

- 1) При бесконечно большой высоте
- 2) При высоте, соответствующей критическому значению приведенной длины, при котором ламинарно-волновое течение жидкости сменяется турбулентным
- 3) При нулевой высоте

Верный ответ: 2

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

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

5 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Процедура проведения

Билет

1. Механизм образования парового пузырька.
2. Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация.
3. Задача.

Сухой насыщенный водяной пар конденсируется на горизонтальной трубе при давлении 12,3 КПа. Температура поверхности трубки -20 оС. Диаметр трубок 16 мм. Определить коэффициент теплоотдачи от пара к поверхности трубки.

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-5_{ОПК-3} Демонстрирует понимание физических явлений и умеет применять физические законы механики, молекулярной физики, термодинамики, электричества и магнетизма для решения типовых задач

Вопросы, задания

1. Экспериментальная обработка данных в критериальных уравнениях.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. В большом объеме кипит вода при давлении $p = 6,2$ бар. Температура поверхности нагревателя $t_c = 175$ °С. Определить критический температурный напор $\Delta t_{кр1}$.

Ответы:

1. 27,0 С
2. 27,5 С
3. 28,0 С
4. 28,5 С
5. 29,0 С

Верный ответ: 2

2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ОПК-4} Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей

Материалы для проверки остаточных знаний

1. По трубе с внутренним диаметром 18 мм течет кипящая при пузырьковом режиме вода под давлением $p = 8$ бар со скоростью 1 м/с. Температура внутренней поверхности трубы $t_c = 175$ °С. Определить средний коэффициент теплоотдачи.

Ответы:

1. 7400
2. 7900
3. 8400
4. 8900
5. 9400

Верный ответ: 3

3. Компетенция/Индикатор: ИД-3_{ОПК-4} Демонстрирует понимание основных законов теплообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем

Вопросы, задания

1. Массообмен. Закон Фика. Число Le.

4. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{РПК-1} Демонстрирует знание базовых принципов энергоэффективности

Вопросы, задания

1. Диффузионный пограничный слой. Диффузионные числа подобия.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. При переходе от пузырькового кипения в большом объеме к пленочному кипению коэффициент теплоотдачи уменьшился в 30 раз. Определить температуру поверхности при пленочном кипении, если вода кипит при атмосферном давлении, и в момент перехода к пленочному кипению температура стенки была равна 135 °C?

Ответы:

- 1. 200
- 2. 500
- 3. 750
- 4. 1050
- 5. 1200

Верный ответ: 4

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно.

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу