

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Инновационные технологии в теплоэнергетике и теплотехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Системы обеспечения теплового режима тепловыделяющего
оборудования**

**Москва
2023**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Савченкова Н.М.
	Идентификатор	R321e87c5-SavchenkovaNM-0593cc

Н.М.
Савченкова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Соколов В.П.
	Идентификатор	R928a03a7-SokolovVPet-4d1c67c3

В.П.
Соколов

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. ПК-2 Способен выполнять разработку теплотехнических решений для аэрокосмической техники

ИД-1 Разрабатывает теплотехнические решения для обеспечения функционирования экипажа и оборудования

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа №1. «Схемы систем, теплообменные устройства систем обеспечения теплового режима и систем термостабилизации. Тепловые трубы» (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц» (Отчет)
2. Задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников» (Отчет)
3. Задание № 3 «Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата» (Отчет)
4. Задание № 4 «Проектный расчёт тепловой трубы» (Отчет)

БРС дисциплины

2 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %					
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
	Срок КМ:	4	8	12	15	16
Оборудование СОТР. Инженерные методы проектирования компактных теплообменников						
Оборудование СОТР. Инженерные методы проектирования компактных теплообменников		+				+
Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность						
Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность			+			+
Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов						
Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов				+		+

Основы теории и расчёта молярных тепловодов – тепловых труб					
Основы теории и расчёта молярных тепловодов – тепловых труб				+	+
Вес КМ:	20	20	20	20	20

\$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-2	ИД-1ПК-2 Разрабатывает теплотехнические решения для обеспечения функционирования экипажа и оборудования	Знать: СОТР теплообменного оборудования, типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей, способы определения коэффициентов теплопередачи произвольной теплообменной матрицы; теплообменные устройства систем терморегулирования и термостабилизации, варианты схем систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации; Уметь: рассчитывать температурные поля теплоносителей в заданном сечении по ходу потока	Задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц» (Отчет) Задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников» (Отчет) Задание № 3 «Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата» (Отчет) Задание № 4 «Проектный расчёт тепловой трубы» (Отчет) Контрольная работа №1. «Схемы систем, теплообменные устройства систем обеспечения теплового режима и систем термостабилизации. Тепловые трубы» (Контрольная работа)

		для известных исходных данных по температурам и расходам теплоносителей производить проектный и поверочный расчёты холодильно-сушильного агрегата. рассчитывать требуемые характеристики тепловой трубы.	
--	--	--	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц»

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Отчет

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита решенных индивидуальных заданий по разделам курса. Проверка отчета о выполнении индивидуального задания. Отчет оформляется на компьютере в машинописной форме

Краткое содержание задания:

Вывести уравнение теплопередачи для нестандартной теплообменной матрицы

Контрольные вопросы/задания:

Знать: СОТР теплообменного оборудования, типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей, способы определения коэффициентов теплопередачи произвольной теплообменной матрицы;	1. Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей
--	---

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. Задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников»

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Отчет

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита решенных индивидуальных заданий по разделам курса. Проверка отчета о выполнении индивидуального задания. Отчет оформляется на компьютере в машинописной форме

Краткое содержание задания:

Рассчитать температурное поле и эффективность в конструкции теплообменника

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать температурные поля теплоносителей в заданном сечении по ходу потока для известных исходных данных по температурам и расходам теплоносителей	1.Расчёт тепловой нагрузки теплообменника заданной конструкции, локальной температуры разделительной стенки, температурного поля одного из теплоносителей в заданном сечении по ходу потока для известных исходных данных по температурам и расходам теплоносителей.
---	--

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-3. Задание № 3 «Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата»

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Отчет

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита решенных индивидуальных заданий по разделам курса. Проверка отчета о выполнении индивидуального задания. Отчет оформляется на компьютере в машинописной форме

Краткое содержание задания:

Произвести проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: производить проектный и поверочный расчёты холодильно-сушильного	1.Произвести проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата
---	---

агрегата.	
-----------	--

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-4. Задание № 4 «Проектный расчёт тепловой трубы»

Формы реализации: Проверка задания

Тип контрольного мероприятия: Отчет

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Защита решенных индивидуальных заданий по разделам курса. Проверка отчета о выполнении индивидуального задания. Отчет оформляется на компьютере в машинописной форме

Краткое содержание задания:

Произвести проектный расчёт тепловой трубы

Контрольные вопросы/задания:

Уметь: рассчитывать требуемые характеристики тепловой трубы.	1.Произвести проектный расчёт тепловой трубы
--	--

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-5. Контрольная работа №1. «Схемы систем, теплообменные устройства систем обеспечения теплового режима и систем термостабилизации. Тепловые трубы»

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Контрольная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 20

Процедура проведения контрольного мероприятия: Письменный опрос по теме

Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы по теме: “Схемы систем, теплообменные устройства систем обеспечения теплового режима и систем термостабилизации. Тепловые трубы”

Контрольные вопросы/задания:

Знать: теплообменные устройства систем терморегулирования и термостабилизации, варианты схем систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации;	1.Конструкции СОТР, тепловых труб
---	-----------------------------------

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

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

1. Объясните метод определения гидродинамической границы тепломассопереноса в тепловых трубах с аксиальными прямоугольными капиллярными каналами. Геометрические характеристики ТТ и канавок известны.
2. Сравните эффективность прямоточного, противоточного и перекрестно-точного теплообменников при $W/W = 0$ и $W/W = 1$.

Процедура проведения

Письменный ответ на вопросы билета

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

1. Компетенция/Индикатор: ИД-1ПК-2 Разрабатывает теплотехнические решения для обеспечения функционирования экипажа и оборудования

Вопросы, задания

1. *Инженерные методы проектирования компактных теплообменников*
Общие вопросы проектирования тепломассообменных аппаратов. Требования, предъявляемые к тепломассообменным устройствам систем искусственного климата различного назначения. Классификация теплообменных аппаратов, применяемых в специальных системах искусственного климата и их назначение. Основные характеристики компактных теплообменников и методы их определения. Особенности расчёта коэффициентов теплопередачи и эффективности оребренных поверхностей. Автоматизированное проектирование теплообменных аппаратов. Блок-схемы машинных методов проектирования теплообменных аппаратов с учетом относительности движения потоков и фазовых превращений теплоносителей. Учет ограничений на геометрические и функциональные параметры.
2. *Температурные поля в конструкциях компактных теплообменников и их термическая эффективность*
Методы анализа и выбора поверхностей теплообмена. Методы определения эффективности теплообмена оребренных поверхностей, анализ одномерных и двумерных температурных полей в теплообменниках для различных условий теплообмена с окружающей средой, различных схем относительного движения теплоносителей и различного характера потоков в гладкоканальных и жалюзийных гофрах и при поперечном омывании трубного пучка.
Проектирование воздушно-жидкостных испарительных теплообменников, предназначенных для работы в условиях перегрузок и невесомости. Способы сепарации влаги в испарительных теплообменниках. Капиллярные и пленочные испарители.
Особенности проектирования топливо-воздушных теплообменников. Многопоточные теплообменники.
3. *Особенности конструкций и расчёта холодильно-сушильных агрегатов*
Специальные теплотехнические устройства систем обеспечения теплового режима космических аппаратов. Теплообменники влажного воздуха. Назначение и принцип

работы холодильно-сушильных агрегатов. Особенности конструкций и методов расчета конденсаторов осушителей. Методы удаления и сбора конденсата в условиях невесомости. Основы расчета капиллярных конденсаторов.

4. Основы теории и расчёта молярных тепловодов

Физические основы молярных тепловодов. Тепловые трубы и замкнутые испарительно-конденсационные системы как молярные тепловоды. Принцип устройства и функционирования. Классификация тепловых труб по температурным уровням, конструктивному оформлению, организации движения теплоносителя, назначению. Физические условия переноса тепла и массы в тепловых трубах, режимы их работы. Проектирование тепловых труб с гомогенной фитильной структурой. Структурные и переносные характеристики гомогенных фитильных структур. Гидродинамический и термодинамический анализ процессов переноса тепла и массы в тепловых трубах с сетчатой фитильной структурой. Анализ распределения температур по зонам переноса. Ограничения теплопередающей способности тепловых труб.

Инженерные методы расчета сетчатых тепловых труб и способы представления их рабочих характеристик. Номографические методы расчета и построения рабочих характеристик и линий проводимости.

Проектирование тепловых труб с гетерогенной фитильной структурой. Особенности переноса тепла и массы в тепловых трубах с аксиальными и резьбовыми капиллярными канавками. Структурное распределение жидкости в единичной канавке. Интенсивность переноса тепла при испарении и конденсации жидкости на развитых поверхностях. Регулирование характеристик тепловых труб. Способы регулирования рабочих характеристик тепловых труб. Понятие о чувствительности и пределах регулирования. Влияние температуры и объёма нейтрального газа на предел регулирования температуры. Оценка влияния давления заполнения и способа охлаждения на рабочие характеристики газорегулируемых тепловых труб.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Назовите инженерные методы расчета теплообменных аппаратов:

Верный ответ: Ответ: метод логарифмического перепада температур t_l , метод эффективности-числа единиц переноса $\varepsilon - N$

2. Интенсивность переноса тепла от источника к стоку характеризуется

Ответы:

1. коэффициентом массоотдачи;
2. коэффициентом теплопередачи;
3. коэффициентом теплоотдачи.

Верный ответ: Ответ: 2)

3. Что больше?

Ответы:

1. 1). эффективность одиночного ребра,

2). эффективность оребренной поверхности

Верный ответ: Ответ: 2)

4. Методика вывода уравнения теплопередачи включает в себя шаги. Расставьте их по порядку:

Ответы:

- 1). Сложение перепадов температур (левых частей) и правых частей уравнений.
- 2). Выделение элементарного объёма теплообменной матрицы
- 3). Выделение участков переноса тепла в направлении теплопередачи ΔX , отличающихся физическим механизмом процессов переноса, или геометрическими размерами.
- 4). Определение перепадов температур на различных участках теплопереноса.

Верный ответ: Ответ: 2), 3), 4), 1)

5. К одномерным течениям не относятся течения теплоносителей в теплообменных аппаратах (выберите ответ):

Ответы:

- 1). Прямоточные и противоточные перемешиваемые потоки при поперечном обтекании гладких и оребренных труб,
- 2). При однократном перекрестно-точном движении теплоносителей
- 3). Через рассеченные, жалюзийные гофрированные поверхности или гофры со сдвинутым шагом

Верный ответ: Ответ: 2)

6. Выберите неверное утверждение. Двумерные температурные поля возникают при:

Ответы:

- 1). Однократном перекрестно-точном движении теплоносителей
- 2). В сложных схемах относительного движения теплоносителей,
- 3). При однократном перекрестно-точном движении теплоносителей,
- 4). Если хотя бы один из потоков движется без перемешивания в ходах.

Верный ответ: Ответ: 3)

7. Выберите неверное утверждение. Эффективность теплообменного аппарата зависит от:

Ответы:

- 1). Геометрии теплообменной матрицы;
- 2). Соотношения тепловых эквивалентов;
- 3). Температур теплоносителей на входе;
- 4). Температур теплоносителей на выходе.

Верный ответ: Ответ: 4)

8. При расчете коэффициента влаговываждения ξ необходимо воспользоваться формулой:

Ответы:

- 1) $\xi = Q/Q_a$;
- 2) $\xi = Q_a/Q$;

Верный ответ: Ответ: 1)

9. С какой целью в холодильно-сушильном агрегате используется капиллярно-пористое тело?

Ответы:

- 1). Для теплоизоляции;
- 2). Для влагоотведения;
- 3). Для подведения влаги;

Верный ответ: Ответ: 2)

10. Для возврата теплоносителя в тепловой трубе из конденсатора в испаритель используются силы:

Ответы:

- 1). Гравитационные;
- 2). Капиллярные;
- 3). Центростремительные.

Верный ответ: Ответ: 2)

11. Для возврата теплоносителя в термосифоне из конденсатора в испаритель используются силы:

Ответы:

- 1). Гравитационные;
- 2). Капиллярные;
- 3). Центростремительные.

Верный ответ: Ответ: 1)

12. Уберите неверный ответ:

Ответы:

Тепловые трубы классифицируют по:

- 1). Температурным уровням,
 - 2). Длине,
 - 3). Назначению
- Верный ответ: Ответ:2)

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

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

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

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

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

Оценка: 2

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

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».