

**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: Энергообеспечение предприятий. Тепломассообменные процессы и установки**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Проектирование тепломассообменных аппаратов систем и установок  
искусственного климата**

**Москва  
2023**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель  
(должность)

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

(подпись)

Н.М.  
Савченкова  
(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Горелов М.В.
	Идентификатор	Re923e979-GorelovMV-5a218dd2

(подпись)

М.В.  
Горелов  
(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Гаряев А.Б.
	Идентификатор	R75984319-GariayevAB-a6831ea7

(подпись)

А.Б. Гаряев  
(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-4 Способен рассчитывать и проектировать системы обеспечения тепловых режимов работы оборудования и приборов для обеспечения их эффективной, надежной и безопасной работы

ИД-1 Выбирает системы обеспечения тепловых режимов оборудования в зависимости от его типа, технических характеристик и режимов работы

ИД-2 Проводит тепловые и гидравлические расчеты объектов теплоэнергетики и теплотехники и систем обеспечения тепловых режимов работы оборудования

ИД-3 Составляет, сопоставляет и выбирает схемы систем обеспечения тепловых режимов

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Теплообменные устройства систем термостабилизации» (Контрольная работа)

2. Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов (Коллоквиум)

Форма реализации: Проверка задания

1. Расчетное задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц» (Домашнее задание)

2. Расчетное задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников» (Домашнее задание)

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

4. Расчетное задание № 4 «Проектный расчёт космического радиационного теплообменника» (Домашнее задание)

Форма реализации: Смешанная форма

1. Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %							
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6	КМ-7
	Срок КМ:	2	4	8	10	11	14	16
Инженерные методы проектирования компактных теплообменников								

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			+				
Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов							
Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов		+	+		+		
Радиационные теплообменники космических аппаратов							
Радиационные теплообменники космических аппаратов				+			+
Основы теории и расчёта молярных теплопроводов							
Основы теории и расчёта молярных теплопроводов				+			+
Вес КМ:	5	20	20	5	20	20	10

\$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-4	ИД-1 <sub>ПК-4</sub> Выбирает системы тепловых оборудования в зависимости от его типа, технических характеристик и режимов работы	Знать: типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей Уметь: рассчитывать коэффициенты теплопередачи произвольной теплообменной матрицы	Расчетное задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц» (Домашнее задание) Расчетное задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников» (Домашнее задание) Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей (Коллоквиум)
ПК-4	ИД-2 <sub>ПК-4</sub> Проводит тепловые и гидравлические расчеты объектов теплоэнергетики и теплотехники и систем обеспечения тепловых режимов работы оборудования	Знать: теплообменные устройства систем термостабилизации Уметь: производить расчёт тепловой нагрузки теплообменника заданной конструкции, локальной температуры разделительной стенки, температурного поля одного из теплоносителей в заданном сечении по ходу потока для известных	Расчетное задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников» (Домашнее задание) Расчетное задание № 3 «Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата» (Домашнее задание) Контрольная работа «Теплообменные устройства систем термостабилизации» (Контрольная работа) Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей (Коллоквиум) Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов (Коллоквиум)

		исходных данных по температурам и расходам теплоносителей производить проектный и поверочный расчёты холодильно-сушильного агрегата	
ПК-4	ИД-ЗПК-4 Составляет, сопоставляет и выбирает схемы систем обеспечения тепловых режимов	Знать: варианты схем систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных тепловодов Уметь: рассчитывать требуемую поверхность радиационного теплообменника для заданной тепловой нагрузки и требуемой надёжности	Расчетное задание № 4 «Проектный расчёт космического радиационного теплообменника» (Домашнее задание) Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных тепловодов (Коллоквиум)

## **II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания**

### **КМ-1. Расчетное задание № 1 «Вывод уравнений теплопередачи для нестандартных теплообменных матриц»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение расчета в соответствии с индивидуальным заданием

#### **Краткое содержание задания:**

Вывести уравнение теплопередачи для нестандартной теплообменной матрицы

#### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей	1. Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей
Уметь: рассчитывать коэффициенты теплопередачи произвольной теплообменной матрицы	1. Рассчитать коэффициенты теплопередачи произвольной теплообменной матрицы

#### **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. Расчетное задание № 2 «Расчёт температурных полей и эффективности в конструкциях теплообменников»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение расчета в соответствии с индивидуальным заданием

#### **Краткое содержание задания:**

Рассчитать температурное поле и эффективность в конструкции теплообменника

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теплообменные устройства систем термостабилизации	1.Различия в конструкции теплообменников, тип температурного поля теплоносителей в заданном сечении по ходу потока для известных исходных данных по температурам и расходам теплоносителей
Уметь: рассчитывать коэффициенты теплопередачи произвольной теплообменной матрицы	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***КМ-3. Расчетное задание № 3 «Проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного агрегата»****Формы реализации:** Проверка задания**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение расчета в соответствии с индивидуальным заданием**Краткое содержание задания:**

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

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теплообменные устройства систем термостабилизации	1.Конструкция ХСА
Уметь: производить проектный и поверочный расчёты холодильно-сушильного агрегата	1.Произвести проектный (по сухому воздуху) и поверочный (по влажному воздуху) расчёт холодильно-сушильного 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

#### **КМ-4. Расчетное задание № 4 «Проектный расчёт космического радиационного теплообменника»**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Домашнее задание

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Выполнение расчета в соответствии с индивидуальным заданием

**Краткое содержание задания:**

Произвести проектный расчёт космического радиационного теплообменника

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: варианты схем систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов	1.Конструкция РТО
Уметь: рассчитывать требуемую поверхность радиационного теплообменника для заданной тепловой нагрузки и требуемой надёжности	1.Произвести проектный расчёт космического радиационного теплообменника

**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-5. Контрольная работа «Теплообменные устройства систем термостабилизации»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Проведение письменной работы.

### **Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы по теме.

### **Контрольные вопросы/задания:**

Знать: теплообменные устройства систем термостабилизации	1. Типы устройств систем термостабилизации радиоэлектронных приборов
Уметь: производить 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	1. Расчет термоплат

### **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-6. Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей**

**Формы реализации:** Смешанная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Ответы на вопросы с элементами обсуждения

### **Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы по теме “Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей”

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей	1.Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей
Уметь: производить 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	1.Произвести расчет теплообменной матрицы

**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-7. Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных тепловодов**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Письменный опрос по теме

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы по теме: “Схемы систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий эксплуатации, основы теории и расчёта молярных тепловодов”

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: варианты схем систем обеспечения тепловых режимов, оборудование СОТР для различных условий	1.Конструкции СОТР, тепловых труб
---	-----------------------------------

эксплуатации, основы теории и расчёта молярных теплопроводов	
Уметь: производить 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	1. Рассчитать оборудование СОТР, тепловые 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*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 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-4 Выбирает системы обеспечения тепловых режимов оборудования в зависимости от его типа, технических характеристик и режимов работы

#### **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.

#### **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 поверхностиВерный 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 объема теплообменной матрицы
- 3). Выделение участков переноса тепла в направлении теплопередачи  $\Delta X$ , 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)

**2. Компетенция/Индикатор:** ИД-2ПК-4 Проводит тепловые и гидравлические расчеты объектов теплоэнергетики и теплотехники и систем обеспечения тепловых режимов работы оборудования

### Вопросы, задания

1. *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 двухмерных 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.

## 2. 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.

## 3. Радиационные теплообменники космических аппаратов

Классификация конструкций радиаторов-излучателей. Эффективность излучающих ребер. Оптические свойства излучающих поверхностей и их влияние на температурный режим радиатора. Методы расчета радиационных теплообменников. Методы достижения заданной надёжности при существовании вероятности метеоритного пробоя поверхности.

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. При расчете коэффициента влаговыпадения  $\xi$  необходимо воспользоваться формулой:

Ответы:

1)  $\xi = Q/Q_A$ ;

2)  $\xi = Q_A/Q$ ;

Верный ответ: Ответ: 1)

2. 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)

3. Радиационные теплообменники (РТО) используются для отвода избыточного тепла из отсеков или энергетической установки космических летательных аппаратов (КЛА) в окружающую среду путем:

Ответы:

1). Излучения;

2). Конвекции;

3). Теплопроводности.

Верный ответ: Ответ: 1)

4. Какие свойства влияют на эффективность работы радиационного теплообменника?

Ответы:

1). Теплофизические;

2). Прочностные;

3). Оптические.

Верный ответ: Ответ: 3)

5. Выберите правильные варианты: “Многопоточные теплообменники бывают”

Ответы:

1). Прямоточные,

2). Противоточные,

3). Перекрестноточные.

Верный ответ: Ответ: 2)

**3. Компетенция/Индикатор:** ИД-3ПК-4 Составляет, сопоставляет и выбирает схемы систем обеспечения тепловых режимов

### Вопросы, задания

1. Теплообменные устройства систем термостабилизации радиоэлектронных приборов

Методы расчета испарительных и проточных теплоплат для охлаждения радиоэлектронного оборудования. Определение температурных полей в зоне подвода теплоты

2. Типы теплообменных матриц, виды относительного движения теплоносителей

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

Ответы:

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

Верный ответ: Ответ: 2)

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

Ответы:

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

Верный ответ: Ответ: 1)

3. 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: 80*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, который показал при ответе на вопросы зачетного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 65*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, в основном правильно ответившему на вопросы зачетного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы зачетного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам.

## ***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».