

**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: Теплотехника и малая распределенная энергетика**

**Уровень образования: высшее образование - магистратура**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Спецглавы теплообмена**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Солодов А.П.
	Идентификатор	R9b223096-SolodovAP-d930e2ff

(подпись)

А.П. Солодов

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шацких Ю.В.
	Идентификатор	R6ca75b8e-ShatskikhYV-f045f12f

(подпись)

Ю.В.  
Шацких

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Орлов К.А.
	Идентификатор	R24178de8-OrlovKA-0ab64072

(подпись)

К.А. Орлов

(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:

- ПК-1 Способен к проведению расчетно-теоретических исследований теплогидравлических процессов объектах профессиональной деятельности
- ИД-1 Имеет навыки математического описания теплогидравлических и термодинамических процессов в объектах профессиональной деятельности
- ИД-2 Имеет навыки математического моделирования теплогидравлических процессов в объектах профессиональной деятельности

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Выполнение задания

- КМ-1. Тест 1 «Математическая формулировка краевых задач теплопроводности» (Тестирование)
- КМ-2. Тест 2 «Решение краевых задач в математических пакетах Mathcad, Matlab» (Тестирование)
- КМ-3. Тест 3 «Инженерные методы расчета тепломассообмена» (Тестирование)

Форма реализации: Выступление (доклад)

- КМ-4. Тест 4 «Защита (презентация) расчетного задания» (Расчетно-графическая работа)

## БРС дисциплины

1 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
	Срок КМ:	4	8	10	14
Компьютерное моделирование одномерных нестационарных нелинейных задач тепломассообмена					
Компьютерное моделирование одномерных нестационарных нелинейных задач тепломассообмена	+	+			
Компьютерное моделирование двухфазного теплообмена					
Компьютерное моделирование двухфазного теплообмена			+	+	
Компьютерное моделирование тепломассообменных устройств					
Компьютерное моделирование тепломассообменных устройств			+	+	
Вес КМ:		15	30	40	15

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Имеет навыки математического описания теплогидравлических и термодинамических процессов в объектах профессиональной деятельности	Знать: методики расчета теплообменных аппаратов энергетических установок и принципы и методы интенсификации теплопередачи Уметь: разрабатывать компьютерные модели тепломассообменных устройств (на уровне одномерных дифференциальных формулировок)	КМ-3. Тест 3 «Инженерные методы расчета тепломассообмена» (Тестирование) КМ-4. Тест 4 «Защита (презентация) расчетного задания» (Расчетно-графическая работа)
ПК-1	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Имеет навыки математического моделирования теплогидравлических процессов в объектах профессиональной деятельности	Знать: методики расчета процессов теплопроводности в элементах конструкций, тепломассообмена при свободной и вынужденной конвекции, двухфазного тепломассообмена основные принципы	КМ-1. Тест 1 «Математическая формулировка краевых задач теплопроводности» (Тестирование) КМ-2. Тест 2 «Решение краевых задач в математических пакетах Mathcad, Matlab» (Тестирование) КМ-3. Тест 3 «Инженерные методы расчета тепломассообмена» (Тестирование)

		<p>теплообмена и методы математического моделирования теплообменных процессов и установок</p> <p>Уметь:</p> <p>разрабатывать математические и компьютерные модели теплообменных процессов и выполнять численные эксперименты</p> <p>проводить параметрические исследования актуальных процессов теплообмена в энергетических установках и принимать оптимальные решения по критериям безопасности и эффективности</p>	
--	--	---	--

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

### КМ-1. КМ-1. Тест 1 «Математическая формулировка краевых задач теплопроводности»

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест

**Краткое содержание задания:**

дать ответы на вопросы в тестовой форме

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: основные принципы теплообмена и методы математического моделирования теплообменных процессов и установок</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Одномерные дифференциальные модели сложных теплообменных устройств</li><li>2. Законы сохранения и дифференциальные уравнения теплообмена</li><li>3. Постановка краевых условий.</li><li>4. Основные положения неравновесной термодинамики</li><li>5. Обобщенное одномерное дифференциальное уравнение для расчета нестационарных полей в тонких стержнях, пластинах, оболочках, с учетом теплообмена на боковых поверхностях, переменности поперечного сечения, продольного конвективного переноса.</li><li>6. Сложности постановки и решения задач теплообмена, связанные с нелинейностью, нестационарностью, многообразием краевых условий.</li><li>7. Неустойчивости в системах с электрическим или ядерным обогревом при охлаждении кипящей жидкостью</li><li>8. Переходные и колебательные тепловые процессы в элементах конструкций и природных объектах</li><li>9. Приложения к регенеративным теплообменным аппаратам</li><li>10. Исследование эффективности оребрения различной геометрии. Функционирование оребрения в радиационном режиме теплообмена</li><li>11. Модификация закона теплопроводности Фурье и дифференциального уравнения теплопроводности с учетом конечной скорости распространения температурных возмущений</li></ol>
<p>Уметь: разрабатывать математические и компьютерные модели теплообменных процессов и выполнять численные эксперименты</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Моделирование мощных импульсных тепловых воздействий, возникновение и распространение температурных волн. Задачи с распространяющимся фронтом плавления-затвердевания</li><li>2. Моделирование зондовых импульсных методов</li></ol>

	измерения теплофизических свойств веществ 3.Компьютерное моделирование гиперболического уравнения теплопроводности
--	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: 90% заданий выполнено верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: 75% заданий выполнено верно*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: 50% заданий выполнено верно*

**КМ-2. КМ-2. Тест 2 «Решение краевых задач в математических пакетах Mathcad, Matlab»**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 30

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест

**Краткое содержание задания:**

дать ответы на вопросы в тестовой форме

**Контрольные вопросы/задания:**

<p>Знать: методики расчета процессов теплопроводности в элементах конструкций, тепломассообмена при свободной и вынужденной конвекции, двухфазного тепломассообмена</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Уравнения роста пузырьков в перегретой жидкости у стенки. Испарение тонкой пленки жидкости под пузырьком</li> <li>2. Коэффициент теплоотдачи при пузырьковом кипении</li> <li>3. Теплообмен при конденсации. Пленочные течения.</li> <li>4. Теплообмен при конденсации на гравитационных ламинарных пленках жидкости. Гравитационные турбулентные пленки.</li> <li>5. Сдвиговые ламинарные пленки. Сдвиговые турбулентные пленки.</li> <li>6. Расчет трения на межфазной границе. Режимы «захлебывания». Универсальные аппроксимации для расчета теплообмена при конденсации.</li> </ol>
<p>Знать: основные принципы тепломассообмена и методы математического моделирования тепломассообменных процессов и установок</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фазовые равновесия. Условия образования зародышей новой фазы. Гомогенная и гетерогенная нуклеация.</li> <li>2. Условия динамического и теплового взаимодействия на поверхности раздела фаз. Феномен гидродинамической неустойчивости границы раздела.</li> <li>3. Структуры, режимы и количественные характеристики двухфазных потоков</li> <li>4. Плотность центров парообразования с учетом</li> </ol>



	фрактального характера шероховатой поверхности стенки.
Уметь: проводить параметрические исследования актуальных процессов теплообмена в энергетических установках и принимать оптимальные решения по критериям безопасности и эффективности	1.Компьютерная модель пузырькового кипения в инженерном математическом пакете Mathcad 2.Демонстрация кипения посредством анимации нестационарных температурных полей вблизи растущих пузырьков пара 3.Применение расчетных моделей турбулентности в теории сдвиговых пленок конденсации. Межфазная турбулентность. Компьютерные модели локальной теплопередачи в конденсационных устройствах в пакете Mathcad.
Уметь: разрабатывать математические и компьютерные модели теплообмен-ных процессов и выполнять численные эксперименты	1.Применение математических пакетов для численного моделирования задач теплообмена, описываемых уравнениями в частных производных, в объектах со сложной геометрией (на примере пакета Matlab, PDE ToolBox) 2.Сравнительный обзор математических пакетов (Mathcad, Matlab, Maple, Femlab)

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: 90% заданий выполнено верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: 75% заданий выполнено верно*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: 50% заданий выполнено верно*

**КМ-3. КМ-3. Тест 3 «Инженерные методы расчета теплообмена»**

**Формы реализации:** Выполнение задания

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Тест

**Краткое содержание задания:**

дать ответы на вопросы в тестовой форме

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методики расчета теплообменных аппаратов энергетических установок и принципы и методы интенсификации теплопередачи	1.Особенности теплообменных устройств с актуальными процессами испарения/ конденсации в парогазовых потоках.
Знать: методики расчета процессов теплопроводности в элементах конструкций, теплообмена при	1.Физико-химические аспекты формирования структуры двухфазной среды при больших паросодержаниях. Барботаж и сепарация пара. Кинематические волны и скачки паросодержания.

свободной и вынужденной конвекции, двухфазного теплообмена	2. “Отравляющий” эффект неконденсирующихся газовых примесей 3. Опасность замораживания труб воздухоохлаждаемых конденсаторов в случае низких отрицательных температур окружающей среды. 4. Расчет локальных характеристик теплообмена, определение концентраций и температур в потоке и на поверхности раздела фаз. Трение и поперечный поток массы на межфазной границе.
Уметь: разрабатывать компьютерные модели теплообменных устройств (на уровне одномерных дифференциальных формулировок)	1. Модели гравитационного пузырькового течения.
Уметь: проводить параметрические исследования актуальных процессов теплообмена в энергетических установках и принимать оптимальные решения по критериям безопасности и эффективности	1. Обобщенная модель пленочной конденсации на произвольной поверхности с учетом градиентов капиллярного давления.

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: 90% заданий выполнено верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: 75% заданий выполнено верно*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: 50% заданий выполнено верно*

**КМ-4. Тест 4 «Защита (презентация) расчетного задания»**

**Формы реализации:** Выступление (доклад)

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита (презентация) расчетного задания

**Краткое содержание задания:**

Выполнение РГР

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: методики расчета теплообменных аппаратов энергетических установок и	1. Одномерные дифференциальные модели сложных теплообменных устройств, включающие: <ul style="list-style-type: none"> <li>уравнения сохранения импульса, энергии, массы</li> </ul>
--	--

<p>принципы и методы интенсификации теплопередачи</p>	<p>компонентов смеси для <i>осредненных</i> потоков в каналах теплообменного устройства (в форме системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений для импульса, энергии, массы компонентов смеси)</p> <p>2. Одномерные дифференциальные модели сложных теплообменных устройств, включающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• алгебраических соотношений между локальными коэффициентами теплообмена, массообмена и трения и локальными характеристиками осредненного по сечению потока, с учетом корректирующих соотношений на проницаемость границ раздела (влияние поперечного потока массы)</li> </ul>
<p>Уметь: разрабатывать компьютерные модели теплообменных устройств (на уровне одномерных дифференциальных формулировок)</p>	<p>1. Компьютерная реализация с применением стандартного математического обеспечения для численного интегрирования нелинейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений, включая двухточечные краевые задачи (Matlab)</p> <p>2. Особенности компьютерного моделирования теплообменных устройств со сверхкритическими параметрами теплоносителей</p> <p>3. Демонстрация одномерной дифференциальной модели теплообменника в пакете Matlab.</p>

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: 90% заданий выполнено верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: 75% заданий выполнено верно*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: 50% заданий выполнено верно*

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 1 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Экзамен

### Пример билета

Законы переноса теплоты, вещества, импульса.  
Фазовые равновесия. Условия образования зародышей новой фазы. Гомогенная и гетерогенная нуклеация.

### Процедура проведения

устная форма

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

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Имеет навыки математического описания теплогидравлических и термодинамических процессов в объектах профессиональной деятельности

#### **Вопросы, задания**

1. Физико-химические аспекты формирования структуры двухфазной среды при больших паросодержаниях. Барботаж и сепарация пара. Кинематические волны и скачки паросодержания.
2. Особенности теплообменных устройств с актуальными процессами испарения/конденсации в парогазовых потоках.
3. “Отравляющий” эффект неконденсирующихся газовых примесей
4. Опасность замораживания труб воздухоохлаждаемых конденсаторов в случае низких отрицательных температур окружающей среды.
5. Расчет локальных характеристик теплообмена, определение концентраций и температур в потоке и на поверхности раздела фаз. Трение и поперечный поток массы на межфазной границе.
6. Обобщенная модель пленочной конденсации на произвольной поверхности с учетом градиентов капиллярного давления.
7. Модели гравитационного пузырькового течения.
8. Одномерные дифференциальные модели сложных теплообменных устройств, включающие:
  - уравнения сохранения импульса, энергии, массы компонентов смеси для *осредненных* потоков в каналах теплообменного устройства (в форме системы нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений для импульса, энергии, массы компонентов смеси)
9. Одномерные дифференциальные модели сложных теплообменных устройств, включающие:
  - алгебраических соотношений между локальными коэффициентами теплообмена, массообмена и трения и локальными характеристиками осредненного по сечению потока, с учетом корректирующих соотношений на проницаемость границ раздела (влияние поперечного потока массы)

10. Компьютерная реализация с применением стандартного математического обеспечения для численного интегрирования нелинейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений, включая двухточечные краевые задачи (Matlab)
11. Особенности компьютерного моделирования теплообменных устройств со сверхкритическими параметрами теплоносителей

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

#### 1. Постановка краевых условий

Ответы:

Формулировка граничных и начальных условий

Верный ответ: Формулировка граничных и начальных условий Условия однозначности

#### 2. Исследование эффективности оребрения различной геометрии. Функционирование оребрения в радиационном режиме теплообмена

Ответы:

дифференциальное уравнение теплопередачи, решение для безразмерной температуры плоского ребра

Верный ответ: дифференциальное уравнение теплопередачи, решение для безразмерной температуры плоского ребра: - бесконечной длины - конечной длины

#### 3. Особенности тепломассообменных устройств с актуальными процессами испарения/ конденсации в парогазовых потоках.

Ответы:

дать пояснения с точки зрения физической природы процессов, особенностей материалов конструктива тепломассообменных аппаратов

Верный ответ: Особенности тепломассообменных устройств с актуальными процессами испарения/ конденсации в парогазовых потоках.

#### 4. Модели гравитационного пузырькового течения.

Ответы:

дать основные определения и объяснить физическую природу процесса

Верный ответ: Модели гравитационного пузырькового течения.

#### 5. Сравнительный обзор математических пакетов (Mathcad, Matlab, Maple, Femlab)

Ответы:

дать пояснения по вопросу

Верный ответ: Сравнительный обзор математических пакетов (Mathcad, Matlab, Maple, Femlab)

### **2. Компетенция/Индикатор: ИД-2ПК-1 Имеет навыки математического моделирования теплогидравлических процессов в объектах профессиональной деятельности**

#### **Вопросы, задания**

1. Одномерные дифференциальные модели сложных тепломассообменных устройств
2. Законы сохранения и дифференциальные уравнения тепломассообмена
3. Постановка краевых условий.
4. Основные положения неравновесной термодинамики
5. Обобщенное одномерное дифференциальное уравнение для расчета нестационарных полей в тонких стержнях, пластинах, оболочках, с учетом теплообмена на боковых поверхностях, переменности поперечного сечения, продольного конвективного переноса.
6. Сложности постановки и решения задач тепломассообмена, связанные с нелинейностью, нестационарностью, многообразием краевых условий.
7. Неустойчивости в системах с электрическим или ядерным обогревом при охлаждении кипящей жидкостью

8. Переходные и колебательные тепловые процессы в элементах конструкций и природных объектах
9. Исследование эффективности оребрения различной геометрии. Функционирование оребрения в радиационном режиме теплообмена
10. Модификация закона теплопроводности Фурье и дифференциального уравнения теплопроводности с учетом конечной скорости распространения температурных возмущений
11. Фазовые равновесия. Условия образования зародышей новой фазы. Гомогенная и гетерогенная нуклеация.
12. Условия динамического и теплового взаимодействия на поверхности раздела фаз. Феномен гидродинамической неустойчивости границы раздела.
13. Структуры, режимы и количественные характеристики двухфазных потоков
14. Плотность центров парообразования с учетом фрактального характера шероховатой поверхности стенки.
15. Уравнения роста пузырьков в перегретой жидкости у стенки. Испарение тонкой пленки жидкости под пузырьком
16. Коэффициент теплоотдачи при пузырьковом кипении
17. Теплообмен при конденсации. Пленочные течения.
18. Теплообмен при конденсации на гравитационных ламинарных пленках жидкости. Гравитационные турбулентные пленки.
19. Сдвиговые ламинарные пленки. Сдвиговые турбулентные пленки.
20. Расчет трения на межфазной границе. Режимы «захлебывания». Универсальные аппроксимации для расчета теплообмена при конденсации.
21. Применение математических пакетов для численного моделирования задач тепломассообмена, описываемых уравнениями в частных производных, в объектах со сложной геометрией (на примере пакета Matlab, PDE Toolbox)
22. Сравнительный обзор математических пакетов (Mathcad, Matlab, Maple, Femlab)
23. Применение расчетных моделей турбулентности в теории сдвиговых пленок конденсации. Межфазная турбулентность. Компьютерные модели локальной теплопередачи в конденсационных устройствах в пакете Mathcad.

### **Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Законы сохранения и дифференциальные уравнения тепломассообмена  
 Ответы:  
 дать формулировки в виде уравнений  
 Верный ответ: вывод основных уравнений (неразрывности, Навье-Стокса, энергии, импульса)
2. Фазовые равновесия. Условия образования зародышей новой фазы. Гомогенная и гетерогенная нуклеация.  
 Ответы:  
 объяснить механизм образования парового пузырька  
 Верный ответ: объяснить механизм образования парового пузырька - показать баланс сил - минимальный радиус пузырька - критический диаметр пузырька - какие факторы влияют на количество центров парообразования
3. Плотность центров парообразования с учетом фрактального характера шероховатой поверхности стенки.  
 Ответы:  
 объяснить влияние шероховатости поверхности стенки на плотность центров парообразования  
 Верный ответ: - объяснить влияние шероховатости поверхности стенки на плотность центров парообразования - каков порядок значений коэффициента теплоотдачи при кипении воды

4. Коэффициент теплоотдачи при пузырьковом кипении

Ответы:

показать кривую насыщения 1 и 2 рода, объяснить изменение коэффициента теплоотдачи на участке пузырькового режима

Верный ответ: - показать кривую насыщения 1 и 2 рода, объяснить изменение коэффициента теплоотдачи на участке пузырькового режима - каков порядок значений коэффициента теплоотдачи при кипении воды - чем обусловлены такие значения

5. Теплообмен при конденсации. Пленочные течения.

Ответы:

дать основные определения и объяснить физическую природу процесса

Верный ответ: - что такое конденсация, ее виды - объяснить физический процесс пленочной конденсации (на вертикальной поверхности)

6. Теплообмен при конденсации на гравитационных ламинарных пленках жидкости. Гравитационные турбулентные пленки.

Ответы:

дать основные определения и объяснить физическую природу процесса

Верный ответ: - гравитационная ламинарная пленка жидкости - гравитационная турбулентная пленка жидкости

7. Сдвиговые ламинарные пленки. Сдвиговые турбулентные пленки.

Ответы:

дать основные определения и объяснить физическую природу процесса

Верный ответ: - сдвиговая ламинарная пленка жидкости - сдвиговая турбулентная пленка жидкости

8. Опасность замораживания труб воздухоохлаждаемых конденсаторов в случае низких отрицательных температур окружающей среды.

Ответы:

дать пояснения с точки зрения физической природы процессов, особенностей материалов конструктива

Верный ответ: Опасность замораживания труб воздухоохлаждаемых конденсаторов в случае низких отрицательных температур окружающей среды.

9. Расчет трения на межфазной границе. Режимы «захлебывания». Универсальные аппроксимации для расчета теплообмена при конденсации.

Ответы:

дать формулировки

Верный ответ: - Расчет трения на межфазной границе - Режимы «захлебывания» - Универсальные аппроксимации для расчета теплообмена при конденсации

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: 90% заданий выполнено верно*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: 75% заданий выполнено верно*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 50*

*Описание характеристики выполнения знания: 50% заданий выполнено верно*

### *III. Правила выставления итоговой оценки по курсу*

баллы промежуточной аттестации