

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Миндеев Умаркан Салимович

Должность: Ректор

Дата подписания: 23.11.2023 13:39:05

Уникальный программный ключ:

236bcc35c296f119d6aafdc22836b21db52dbc07971a86865a5825f9fa4304cc

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ГРОЗНИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**имени академика М.Д. Миллионщикова**



« 02 » 09 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

## **"ТЕПЛОМАССОБМЕН"**

### **Направление подготовки**

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

### **Направленность (профили)**

«Тепловые электрические станции»

«Энергообеспечение предприятий»

### **Квалификация**

Бакалавр

**Год начала подготовки: 2021**

Грозный – 2021

### **1. Цели и задачи дисциплины**

Целью преподавания дисциплины «Тепломассообмен» является освоение основных законов тепломассобмена и теплотехники, методов получения, преобразования, передачи и использования теплоты, принципов действия и конструктивных особенностей тепло- и парогенераторов, трансформаторов теплоты, холодильников и холодильных машин, теплообменных аппаратов и устройств, тепломассообменных процессов происходящих в различного рода тепловых установках и отдельных химических реакторах. Задачей изучения курса является подготовка высококвалифицированного технолога, владеющего навыками грамотного руководства проектированием и эксплуатацией современного производства, представляющего собой совокупность технологических и тепловых процессов и соответствующего технологического и теплоэнергетического оборудования.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Тепломассообмен» относится к базовой общепрофессиональной части профессионального цикла в учебном плане направления 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» и предусмотрена для изучения в 5 и 6 семестрах курса. Для изучения курса требуется знание: высшей математики, физики, химии, технической термодинамики, философии, механики, материаловедения и технологии конструкционных материалов. предшествующей дисциплиной для специальных курсов: Турбины тепловых и атомных электрических станций, Котельные установки и парогенераторы, Автоматизация энергетических установок ТЭС и АЭС, Системы газоснабжения, водоснабжения и водоотведения».

### **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций.**

Таблица 1

Код по ФГОС	Индикаторы достижения	Планируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВ)
<b>Общепрофессиональные</b>		
<p><b>ОПК-3</b> Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.</p>	<p>ОПК-3.1. Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа;  ОПК-3.2. Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем;  ОПК-3.3. Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем;  ОПК-3.6. Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы;  ОПК-3.7. Применяет знания основ теплообмена в теплотехнических установках.</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способы передачи теплоты, основные понятия и определения теории теплообмена;</li> <li>– основные законы преобразования энергии и теплообмена;</li> <li>– качественные характеристики переноса теплоты;</li> <li>– условия однозначности или краевые условия теплопроводности;</li> <li>– пути интенсификации теплопередачи;</li> <li>– приближенные методы решения задач теплопроводности;</li> <li>– основы процесса теплообмена излучением.</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– применять основные законы и уравнения теплообмена для выполнения технических расчетов;</li> <li>– уметь пользоваться термодинамическими схемами, диаграммами, графиками и таблицами теплофизических свойств веществ и газов проводить термодинамический анализ процессов;</li> <li>– определять теплопроводность при стационарных условиях, определять теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода;</li> <li>– проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в отрасли.</li> </ul>

		<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– методами передачи теплоты через цилиндрическую стенку;</li><li>– обобщенными методами решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках;</li><li>– основами расчета теплопередачи между двумя жидкостями через разделяющую их стенку;</li><li>– методикой расчета теплопередачи через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки;</li><li>– понятием о методе анализа размерностей теории подобия;</li><li>– методами термодинамического анализа процессов в различных двигателях, теплосиловых установках и компрессорах.</li></ul>
--	--	---

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы (ТЭС)

Таблица 2.1

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры				
			5	6	5	6	
	ОФО	ЗФО	ОФО		ЗФО		
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>115/3,1</b>	<b>24/0,7</b>	<b>51/1,4</b>	<b>64/1,7</b>	<b>12/0,33</b>	<b>12/0,33</b>	
В том числе:							
Лекции	49/1,4	8/0,22	17/0,5	32/0,9	4/0,11	4/0,11	
Практические занятия	33/0,9	8/0,22	17/0,5	16/0,5	4/0,11	4/0,11	
Семинары							
Лабораторные работы	33/0,9	8/0,22	17/0,5	16/0,5	4/0,11	4/0,11	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>101/2,7</b>	<b>192/5,3</b>	<b>57/1,5</b>	<b>44/1,3</b>	<b>96/2,7</b>	<b>96/2,7</b>	
В том числе:							
Курсовая работа (проект)							
Расчетно-графические работы	15/0,5	24/0,7	15/0,4		24/0,7		
ИТР							
Рефераты							
Доклады							
Презентации							
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>							
Подготовка к лабораторным работам	26/0,7	48/1,3	12/0,33	14/0,4	18/0,5	30/0,9	
Подготовка к практическим занятиям	24/0,7	48/1,3	12/0,33	12/0,3	18/0,5	30/0,9	
Подготовка к зачету	18/0,5	36/1,0	18/0,5		36/1,0		
Подготовка к экзамену	18/0,5	36/1,0		18/0,5		36/1,0	
<b>Вид отчетности</b>	экзамен	экзамен	зачет	экзамен	зачет	экзамен	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО часов в</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы (ЭОП)

Таблица 2.2

Вид учебной работы	Всего часов/ зач.ед.		Семестры				
			5	6	5	6	
	ОФО	ЗФО	ОФО		ЗФО		
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>99/2,7</b>	<b>24/0,7</b>	<b>51/1,4</b>	<b>48/1,7</b>	<b>12/0,33</b>	<b>12/0,33</b>	
В том числе:							
Лекции	33/0,9	8/0,22	17/0,5	16/0,5	4/0,11	4/0,11	
Практические занятия	33/0,9	8/0,22	17/0,5	16/0,5	4/0,11	4/0,11	
Семинары							
Лабораторные работы	33/0,9	8/0,22	17/0,5	16/0,5	4/0,11	4/0,11	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>117/3,1</b>	<b>192/5,3</b>	<b>57/1,5</b>	<b>60/1,7</b>	<b>96/2,7</b>	<b>96/2,7</b>	
В том числе:							
Курсовая работа (проект)							
Расчетно-графические работы	31/0,9	74/2,2	15/0,4	16/0,5	24/0,7	24/0,7	
ИТР							
Рефераты							
Доклады							
Презентации							
<i>И (или) другие виды самостоятельной работы:</i>							
Подготовка к лабораторным работам	26/0,7	36/1,0	12/0,33	14/0,4	18/0,5	18/0,5	
Подготовка к практическим занятиям	26/0,7	36/1,0	12/0,33	14/0,4	18/0,5	18/0,5	
Подготовка к зачету	18/0,5	36/1,0	18/0,5		36/1,0		
Подготовка к экзамену	16/0,5	36/1,0		16/0,5		36/1,0	
<b>Вид отчетности</b>	экзамен	экзамен	зачет	экзамен	зачет	экзамен	
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>ВСЕГО часов в</b>	<b>216</b>	<b>216</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
	<b>ВСЕГО в зач. единицах</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

## 5. Содержание дисциплины

### 5.1.1 Разделы дисциплины и виды занятий (5 семестр, ТЭС, ЭОП)

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Способы передачи теплоты	1	1		1	1	1	2	3
2	Теплопроводность при стационарных условиях	2		2		2		6	
3	Теплопередача	2		3		2		7	
4	Теплопередача. Сложный теплообмен	2	1	2	1	2	1	6	3
5	Нестационарные процессы теплопроводности	2		4		2		8	
6	Конвективный теплообмен	2	1	4	1	2	1	8	3
7	Основы теории подобия	2		2		4			
8	Теплоотдача	2		2		4			
9	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах	2	1	2	1	2	1	6	3
<b>ВСЕГО:</b>		<b>17</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>4</b>	<b>51</b>	<b>12</b>

### 5.1.2 Разделы дисциплины и виды занятий (6 семестр ЭОП)

Таблица 3.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Теплоотдача при движении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения.	2	1	4	1	2	1	8	3
2	Теплоотдача при течении жидкости в трубах некруглого поперечного сечения, в изогнутых и шероховатых трубах.	2		2		2		6	
3	Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании труб и пучков труб.	2	1	2	1	2	1	6	3
4	Теплоотдача при свободном движении жидкости	2		2		2		6	
5	Теплообмен при конденсации чистого пара	2	1	2	1	2	1	6	3
6	Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара.	2		1		2		5	
7	Теплообмен излучением.	2	1	2	1	2	1	6	3

8	Абсолютно черное тело. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.	1		1		1		3	
9	Основы массообмена	1				1		2	
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>48</b>	<b>12</b>

### 5.1.2 Разделы дисциплины и виды занятий (6 семестр, ТЭС) Таблица 3.3

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Часы лекционных занятий		Часы лабораторных занятий		Часы практических (семинарских) занятий		Всего часов	
		ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО	ОФО	ЗФО
1	Теплоотдача при движении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения.	4		4		2		10	
2	Теплоотдача при течении жидкости в трубах некруглого поперечного сечения, в изогнутых и шероховатых трубах.	4	1	2	1	2	1	8	3
3	Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании труб и пучков труб.	4	1	2	1	2	1	8	3
4	Теплоотдача при свободном движении жидкости	4		2		2		8	
5	Теплообмен при конденсации чистого пара	2		2		2		6	
6	Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара.	4	1	1	1	2	1	7	3
7	Теплообмен излучением.	4		2		2		8	
8	Абсолютно черное тело. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.	2	1	1	1	1	1	4	3
9	Основы массообмена	4				1		5	
	<b>ВСЕГО:</b>	<b>32</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>64</b>	<b>12</b>



## 5.2.1 Лекционные занятия (5 семестр)

Таблица 4.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Способы передачи теплоты	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Температурное поле. Изотермическая поверхность. Градиент температуры. Качественные характеристики переноса теплоты.
2	Теплопроводность при стационарных условиях	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности или краевые условия теплопроводности. Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
3	Теплопередача	Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку. Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки. Передача теплоты через шаровую стенку. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.
4	Теплопередача. Сложный теплообмен	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Дифференциальное уравнение и его решение. Ребрация поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи. Теплопередача через ребристую плоскую стенку. Коэффициент эффективности ребра. Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины. Пористое охлаждение пластины. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня. Перенос теплоты по стержню (ребру). Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Теплопроводность цилиндрической стенки. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.

1	2	3
5	Нестационарные процессы теплопроводности	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Определение количества теплоты, отданного цилиндром в процессе охлаждения. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел. Приближенные методы решения задач теплопроводности. Исследование процессов теплопроводности методом аналогий. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен.
6	Конвективный теплообмен	Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости. Уравнение энергии. Уравнение сплошности. Условия однозначности. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Условия прилипания. Уравнение теплоотдачи. Гидродинамический пограничный слой. Тепловой пограничный слой. Турбулентный перенос теплоты и количество движения.
7	Основы теории подобия	Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения. Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля. Условия подобия физических процессов. Метод размерностей. Моделирование процессов конвективного теплообмена.
8	Теплоотдача	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток. Плотность теплового потока. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Аппроксимация профиля температуры. Переход ламинарного течения в турбулентное.
9	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах	Теплоотдача при вынужденном движении в трубах. Особенности движения и теплообмена в трубах. Участок гидродинамической стабилизации. Участок тепловой стабилизации. Средний коэффициент теплоотдачи трубы. Два режима неизотермического движения: вязкостный и вязкостно-гравитационный. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена.

## 5.2.2 Лекционные занятия (6 семестр)

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1	Теплоотдача при движении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения.	Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме. Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме.
2	Теплоотдача при течении жидкости в трубах некруглого поперечного сечения, в изогнутых и шероховатых трубах.	Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения. Теплоотдача в изогнутых трубах. Теплоотдача в шероховатых трубах.
3	Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании труб и пучков труб.	Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании одиночной круглой трубы. Коэффициент теплоотдачи. Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб. Характер течения жидкости в пучке.
4	Теплоотдача при свободном движении жидкости	Основные положения теплоотдачи при свободном движении жидкости. Теплоотдача при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной пластины. Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве. Теплообмен в пространстве горизонтальных и вертикальных щелей. Шаровые и горизонтальные цилиндрические прослойки.
5	Теплообмен при конденсации чистого пара	Теплообмен при конденсации чистого пара. Виды конденсации. Термическое сопротивление передачи теплоты. Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения. Тепловой поток при конденсации пара. Конденсация движущегося и неподвижного пара.
6	Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара.	Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара. Турбулентное течение пленки на вертикальной стенке. Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб. Ламинарное течение пленки конденсата. Теплообмен при капельной конденсации пара. Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
7	Теплообмен излучением.	Основы процесса теплообмена излучением. Виды лучистых потоков. Вектор излучения. Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Планка. Закон Релея – Джинса. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа.
8	Абсолютно черное тело. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.	Абсолютно черное тело. Закон косинусов Ламберта. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения. Радиационный метод. Метод регулярного теплового режима. Метод нагревания с постоянной скоростью.

1	2	3
9	Основы массообмена	Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы. Закон Фика. Коэффициент диффузии. Термо и бародиффузия. Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля. Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы. Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана. Стефанов поток. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду. Адиабатное испарение. Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с использованием демонстрационных слайдов, презентаций и видеороликов, применяются информационные технологии. Проводится демонстрация конструкций элементов систем, схем. Перечень демонстрируемого материала и сами материалы представлены в ФОСах. Предусматривается самостоятельное выполнение отдельных иллюстраций в раздаточном материале.

### 5.3.1 Лабораторные занятия (5 семестр)

Таблица 5.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Теплопроводность при стационарных условиях	Определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала (метод цилиндрического слоя)
2		Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции (метод струны)
3		Исследование процессов теплообмена на горизонтальном трубопроводе
4	Конвективный теплообмен	Теплоотдача при свободной конвекции жидкости
5		Теплоотдача при вынужденной конвекции жидкости
6		Теплообмен при конденсации паров

### 5.3.2 Лабораторные занятия (6 семестр)

Таблица 5.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	Теплоотдача	Теплоотдача при конденсации водяного пара
2		Теплоотдача при кипении жидкостей в большом объеме
3	Теплообмен излучением.	Исследование теплообмена излучением
4		Теплообмен абсолютно черного тела
5		Теплообмен абсолютно белого тела

6	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах	Испытание рекуперативного теплообменника
---	--	--

#### 5.4.1 Практические (семинарские) занятия (5 семестр)

Таблица 6.1

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)
1	Теплопередача. Сложный теплообмен	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Теплопроводность.
2		Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при пограничных условиях 1 рода. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Теплопередача через цилиндрическую и шаровую стенку.
3		Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках. Теплопроводность плоского слоя при постоянном и переменном коэффициенте теплопроводности.
4		Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.
5		Ребравание поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи. Теплопередача через ребристую плоскую стенку. Коэффициент эффективности ребра. Температурное поле в ребре. Коэффициент эффективности ребра.
6		Приближенные методы решения задач теплопроводности. Исследование процессов теплопроводности методом аналогий.
7	Конвективный теплообмен	Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока
8	Основы теории подобия	Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля.
9	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубах	Теплоотдача при ламинарном пограничном слое. Аппроксимация профиля температуры. Переход ламинарного течения в турбулентное.

## 5.4.2 Практические (семинарские) занятия (6 семестр)

Таблица 6.2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий (семинаров)
1	Теплоотдача при движении жидкости в гладких трубах круглого поперечного сечения	Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме.
2	Теплоотдача при течении жидкости в трубах некруглого поперечного сечения, в изогнутых и шероховатых трубах.	Теплоотдача в изогнутых трубах. Теплоотдача в шероховатых трубах.
3	Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании труб и пучков труб.	Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб. Характер течения жидкости в пучке.
4	Теплоотдача при свободном движении жидкости	Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
5	Теплообмен при конденсации чистого пара	Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения. Тепловой поток при конденсации пара. Конденсация движущегося и неподвижного пара.
6	Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара.	Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб. Ламинарное течение пленки конденсата. Теплообмен при капельной конденсации пара. Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
7	Теплообмен излучением.	Тепловой баланс лучистого теплообмена. Закон Планка. Закон Релея –Джинса. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа.
8	Абсолютно черное тело. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.	Излучательная способность твердых тел и методы ее определения. Радиационный метод. Метод регулярного теплового режима. Метод нагревания с постоянной скоростью
9	Основы массообмена	Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля.

## 6. Самостоятельная работа студентов по дисциплине

### 6.1 Вопросы для самостоятельного изучения (5 семестр)

Таблица 7.1

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Температурное поле.
2	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов

	и жидкостей.
3	Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.
4	Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
5	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.
6	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.
7	Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.
8	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения.
9	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен.
10	Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
11	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности.
12	Теплоотдача при вынужденном движении в трубах. Особенности движения и теплообмена в трубах. Участок гидродинамической стабилизации.

### 6.1 Вопросы для самостоятельного изучения (6 семестр)

Таблица 7.2

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения
1	Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме.
2	Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения.
3	Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб. Характер течения жидкости в пучке.
4	Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.
5	Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
6	Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения.
7	Тепловой поток при конденсации пара. Конденсация движущегося и неподвижного пара.
8	Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб.
9	Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
10	Основы процесса теплообмена излучением. Виды лучистых потоков. Вектор излучения.
11	Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.
12	Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы. Закон Фика. Коэффициент диффузии.

### Тематика рефератов (5 семестр)

1. Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена.

Температурное поле.

2. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей.

3. Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.

4. Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.

Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.

5. Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.

6. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.

7. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения.

8. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен.

9. Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

10. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности.

11. Теплоотдача при вынужденном движении в трубах. Особенности движения и теплообмена в трубах. Участок гидродинамической стабилизации.

### **Тематика рефератов (6 семестр)**

1. Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме.
2. Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения.
3. Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб. Характер течения жидкости в пучке.
4. Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.
5. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
6. Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения.
7. Тепловой поток при конденсации пара. Конденсация движущегося и неподвижного пара.
8. Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб.
9. Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
10. Основы процесса теплообмена излучением. Виды лучистых потоков. Вектор излучения.
11. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.
12. Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы. Закон Фика. Коэффициент диффузии.

### **Учебно - методическое обеспечение для самостоятельной работы**

1. Никитин В.А. Лекции по теплотехнике [Электронный ресурс]: конспект лекций/ — Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 532 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21604.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Дерюгин В.В. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюгин В.В., Васильев В.Ф., Уляшева В.М.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ,



- 2016.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74378.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Малая Э.М. Техническая теплотехника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Малая Э.М., Голиков Д.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2014.— 90 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80120.html>.— ЭБС «IPRbooks»
  4. Цветков О.Б. Теоретические основы тепло- и хладотехники. Основы термодинамики и теплообмена [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Цветков О.Б., Лаптев Ю.А.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2015.— 54 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68171.html>.— ЭБС «IPRbooks»
  5. Григорьев Б.А. Теплообмен [Электронный ресурс]: учебник для вузов/ Григорьев Б.А., Цветков Ф.Ф.— Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2011.— 560 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33157.html>.— ЭБС «IPRbooks»
  6. Агеев М.А. Теплообменные процессы и установки промышленной теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения/ Агеев М.А., Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 229 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70284.html>.— ЭБС «IPRbooks»
  7. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания // Термодинамические параметры и процессы идеальных газов. Законы идеальных газов и газовые смеси. ГГНИ.- 2005, 44 с.
  8. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания// Второй закон термодинамики. Реальные газы (пары) и их свойства. ГГНИ.-2005, 18 с.
  9. Р.А-В. Турлуев, М.З. Мадаева Методические указания// Основные законы теплообмена. ГГНИ.- 2005, 25 с.
  10. Х.А. Исаев, А.А. Ельмурзаев Методические указания //Тепловой расчет парогенератора.- ГГНИ, 2002, 21 с.
  11. Кузнецов Б.Ф, Турлуев Р.А-В., Магомадова М.Х. Первый закон термодинамики в приложении к решению одного из видов технических задач. Метод. указ. к лаб. работе Изд. ГГНИ 2009 г.
  12. Турлуев Р.А-В., Магомадова М.Х. Решение типовых задач по процессам теплопередачи.- Метод. реком. Изд. ГГНИ 2007 г.
  13. Турлуев Р.А-В., Ельмурзаев А.А. Процесс парообразования и его изображение в координатах P-V, T-S, h-S .- Метод. реком. Изд. ГГНИ 2008 г.

## 7. Оценочные средства

### 7.1 Вопросы к рубежным аттестациям

#### 7.1.1 Вопросы к первой рубежной аттестации (5 семестр)

1. Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение).
2. Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
3. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты.
4. Коэффициент теплопроводности, его характеристика.
5. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
6. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка.
7. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Цилиндрическая стенка.
8. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Шаровая стенка.
9. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме.

10. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
11. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
12. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.
13. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление.
14. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
15. Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку.
16. Полное термическое сопротивление теплопередачи.
17. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
18. Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки.
19. Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках.
20. Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку.
21. Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки.
22. Коэффициент теплопередачи.
23. Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности.
24. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.
25. Дифференциальное уравнение и его решение.
26. Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи.
27. Теплопередача через ребристую плоскую стенку. Коэффициент эффективности ребра.
28. Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины. Пористое охлаждение пластины.
29. Теплопроводность однородного цилиндрического стержня. Перенос теплоты по стержню (ребру).
30. Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Теплопроводность цилиндрической стенки.
31. Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции.
32. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.
33. Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности.
34. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения.
35. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра.
36. Определение количества теплоты, отданного цилиндром в процессе охлаждения.
37. Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров.
38. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел.
39. Приближенные методы решения задач теплопроводности.
40. Исследование процессов теплопроводности методом аналогий.
41. Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел.
42. Контактное термическое сопротивление.
43. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен.

### **Тест по первой рубежной аттестации (5 семестр)**

#### ***ТЕПЛОМАССОБМЕН ТЕСТ №1***

**I. Теплопроводность – это процесс переноса теплоты (обмен внутренней энергией):**

- 1. От тела к телу; 2. Внутри тела; 3. В металлах и диэлектриках**
- 4 Структурными частицами вещества – молекулами, атомами, электронами в сплошной среде при наличии градиента температур.**

II. В каких телах процесс теплопроводности обусловлен диффузией молекул и атомов?

1. В жидкостях;
2. В металлах;
3. В газах
4. В диэлектриках

III. Укажите закон Фурье:

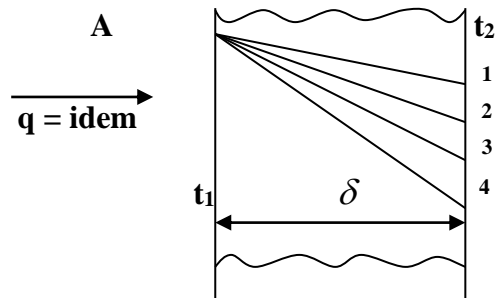
1.  $Q = \kappa H \Delta t$ ; 2.  $q = \lambda \frac{\partial t}{\partial n}$ ; 3.  $\delta Q_\tau = -\lambda \frac{\partial t}{\partial n} dH d\tau$ ; 4.  $Q = \alpha(t_c - t_{oc})H$

IV. Закон Био – Фурье формулируют так:

1. Вектор удельного теплового потока прямо пропорционален градиенту температуры;
2. При постоянном давлении и неизменной массе газа объем газа изменяется прямо пропорционально изменению абсолютных температур;
3. Излучательная способность абсолютно черного тела прямо пропорциональна четвертой степени его абсолютной температуры.
4. При постоянной температуре вектор теплового потока и линии теплового потока ортогональны к изотермическим поверхностям

V. В каком случае градиент температуры наибольший?

1. А – 1
2. А – 2
3. А – 3
4. А – 4



VI. Что называется температурным полем?

1. Значение температур в разное время
2. Совокупность температур (ее значений) во всех точках изучаемого пространства для каждого момента времени
3. Значение температур тела
4. Совокупность температур (ее значений) во всех точках тела

VII. Какой из ниже приведенных способов не является способом передачи теплоты:

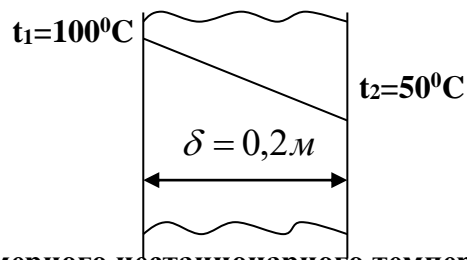
1. Теплопередача;
2. Конвекция;
3. Излучение;
4. Теплопроводность.

VIII. Количество теплоты, передаваемое через плоскую однослойную стенку:

1.  $Q = -\frac{\lambda}{\delta} H(t_1 - t_2)$ ; 2.  $Q = \frac{\lambda}{\delta}(t_1 - t_2)$ ; 3.  $Q = \frac{\lambda}{\delta} H(t_1 - t_2)$ ; 4.  $Q = \lambda H(t_1 - t_2)$

**IX Чему равен градиент температуры?**

1.  $\text{grad } t = 500^\circ \text{ c/м}$
2.  $\text{grad } t = 250^\circ \text{ c/м}$
3.  $\text{grad } t = 50^\circ \text{ c/м}$
4.  $\text{grad } t = 75^\circ \text{ c/м}$



**X. Укажите математическое выражение 2-х мерного нестационарного температурного поля:**

1.  $t = f(x, y, \tau)$ ; 2.  $t = f(x, y, z, \tau)$ ; 3.  $t = f(x, \tau)$ ; 4.  $t = f(x, y)$

**XI. Тепловым или термическим сопротивлением стенки называется отношение:**

1.  $\frac{\delta}{\lambda F}$ ; 2.  $\frac{\partial T}{\partial n}$ ; 3.  $\frac{\lambda F}{\delta}$ ; 4.  $\frac{c_2^2}{2} - \frac{c_1^2}{2}$ ; 5.  $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_2}{T_1}$ ; 6.  $\frac{l_y}{q_1} = \frac{q_1 - q_2}{q_1}$

**XII. Тепловой поток в процессе теплоотдачи в соответствии с законом Ньютона - Рихмана выражается уравнением:**

1.  $Q = \alpha F / (t_c - t_{жк})$ ; 2.  $Q = qF = (t_{c1} - t_{c2}) \frac{\lambda F}{\delta}$ ; 3.  $Q = \frac{t_{c1} - t_{c2}}{R_\lambda}$ ; 4.  $Q = Fq = -2\pi r / \lambda dt/dr$

**КАРТОЧКА № 1 (теплообмен, первая аттестация (5 семестр))**

1. Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?
2. Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка
3. Найти точку росы для воздуха, имеющего:
  - а) температуру 40 °С и относительной влажности 70 %;
  - б) температуру 50 °С и относительной влажности 20 %;
  - в) температуру 40 °С и относительной влажности 5 %.
4. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.

**7.1. 2 Вопросы ко второй рубежной аттестации (5 семестр)**

1. Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана.
2. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
3. Уравнение энергии. Уравнение сплошности. Условия однозначности.
4. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Условия прилипания. Уравнение теплоотдачи.
5. Гидродинамический пограничный слой. Тепловой пограничный слой. Турбулентный перенос теплоты и количество движения.
6. Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения.
7. Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса.
8. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля.
9. Условия подобия физических процессов. Метод размерностей.
10. Моделирование процессов конвективного теплообмена.

11. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.
12. Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности.
13. Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции.
14. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.
15. Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток.
16. Плотность теплового потока. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое.
17. Аппроксимация профиля температуры. Переход ламинарного течения в турбулентное.
18. Теплоотдача при вынужденном движении в трубах.
19. Особенности движения и теплообмена в трубах.
20. Участок гидродинамической стабилизации. Участок тепловой стабилизации.
21. Средний коэффициент теплоотдачи трубы.
22. Два режима неизотермического движения: вязкостный и вязкостно-гравитационный.
23. Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена.

### **КАРТОЧКА № 2** (теплообмен, вторая аттестация (5 семестр))

1. Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
2. Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля.
3. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.
4. Два режима неизотермического движения: вязкостный и вязкостно-гравитационный.

#### **7.1.3 Вопросы к первой рубежной аттестации (6 семестр)**

1. Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме.
2. Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме.
3. Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения.
4. Теплоотдача в изогнутых трубах.
5. Теплоотдача в шероховатых трубах.
6. Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании одиночной круглой трубы.
7. Коэффициент теплоотдачи. Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб.
8. Характер течения жидкости в пучке.
9. Основные положения теплоотдачи при свободном движении жидкости.
10. Теплоотдача при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной пластины.
11. Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.
12. Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
13. Теплообмен в пространстве горизонтальных и вертикальных щелей.
14. Шаровые и горизонтальные цилиндрические прослойки.
15. Теплообмен при конденсации чистого пара.
16. Виды конденсации. Термическое сопротивление передачи теплоты.
17. Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения.
18. Тепловой поток при конденсации пара.
19. Конденсация движущегося и неподвижного пара.

### **КАРТОЧКА № 1** (теплообмен, первая аттестация (6 семестр))

1. Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме.
2. Теплоотдача при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной пластины.
3. Виды конденсации. Термическое сопротивление передачи теплоты.
4. Конденсация движущегося и неподвижного пара.

### **7.1.4 Вопросы ко второй рубежной аттестации (6 семестр)**

1. Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара.
2. Турбулентное течение пленки на вертикальной стенке.
3. Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб.
4. Ламинарное течение пленки конденсата.
5. Теплообмен при капельной конденсации пара.
6. Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
7. Основы процесса теплообмена излучением.
8. Виды лучистых потоков. Вектор излучения.
9. Тепловой баланс лучистого теплообмена.
10. Закон Планка.
11. Закон Релея –Джинса.
12. Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана.
13. Закон Кирхгофа.
14. Абсолютно черное тело. Закон косинусов Ламберта.
15. Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
16. Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.
17. Радиационный метод.
18. Метод регулярного теплового режима.
19. Метод нагревания с постоянной скоростью.
20. Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы.
21. Закон Фика. Коэффициент диффузии.
22. Термо и бародиффузия.
23. Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена.
24. Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена.
25. Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля.
26. Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы.
27. Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана.
28. Стефанов поток. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду.
29. Адиабатное испарение.
30. Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.

### **КАРТОЧКА № 2 (тепломассообмен, вторая аттестация (6 семестр)**

1. Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб.
2. Виды лучистых потоков. Вектор излучения.
3. Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы.
4. Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана.

### **7.2.1 Вопросы к зачету по дисциплине «Тепломассообмен» (5 семестр)**

1	Способы передачи теплоты (теплопроводность, конвекция, излучение). Температурное поле, изотермическая поверхность, средний и истинный градиент температур.
2	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности, плотность теплового потока, количество теплоты. Коэффициент теплопроводности, его характеристика
3	Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Однородная плоская стенка.
4	Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Многослойная стенка
5	Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Цилиндрическая стенка.
6	Перенос теплоты теплопроводностью при стационарном режиме. Шаровая стенка.

7	Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
8	Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности.
9	Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Тепловая проводимость стенки. Тепловое термическое сопротивление. Охлаждение, нагревание неограниченной пластины, цилиндра и шара при граничных условиях 1,2,3 рода.
10	Теплопередача через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку. Полное термическое сопротивление теплопередачи.
11	Линейное термическое сопротивление теплопередачи. Критический диаметр цилиндрической стенки.
12	Обобщенный метод решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках.
13	Теплопередача между двумя жидкостями через разделяющую их стенку.
14	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.
15	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности.
16	Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения. Дифференциальное уравнение теплопередачи и его решение.
17	Оребрение поверхности нагрева как способ интенсификации процесса теплопередачи
18	Теплопередача через ребристую плоскую стенку. Коэффициент эффективности ребра.
19	Теплопроводность круглого ребра постоянной толщины. Пористое охлаждение пластины.
20	Теплопроводность однородного цилиндрического стержня. Перенос теплоты по стержню (ребру).
21	Тепловой поток с поверхности стержня (ребра). Теплопроводность цилиндрической стенки.
22	Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру
23	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности
24	Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения. Охлаждение (нагревание) бесконечно длинного цилиндра. Определение количества теплоты, отданного цилиндром в процессе охлаждения.
25	Охлаждение (нагревание) тел конечных размеров. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел.
26	Приближенные методы решения задач теплопроводности.
27	Исследование процессов теплопроводности методом аналогий.
28	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен.
29	Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана.
30	Коэффициент теплоотдачи. Дифференциальные уравнения теплообмена: Навье-Стокса - уравнение движения вязкой жидкости, Фурье – Кирхгоффа- уравнение теплопроводности для потока движущейся жидкости.
31	Уравнение энергии. Уравнение сплошности. Условия однозначности.
32	Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Условия прилипания. Уравнение теплоотдачи.
33	Гидродинамический пограничный слой. Тепловой пограничный слой. Турбулентный перенос теплоты и количество движения.
34	Понятие о методе анализа размерностей теории подобия. Критериальные уравнения.
35	Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса.
36	Число Пекле. Число Грасгофа. Число Эйлера. Число Прандтля.

37	Условия подобия физических процессов. Метод размерностей
38	Моделирование процессов конвективного теплообмена.
39	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости.
40	Теплоотдача при вынужденном продольном омывании плоской поверхности.
41	Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции.
42	Теплоотдача при изменении агрегатного состояния вещества.
43	Теплообмен при конденсации паров. Тепловой поток.
44	Плотность теплового потока. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое.
45	Аппроксимация профиля температуры. Переход ламинарного течения в турбулентное.
46	Теплоотдача при вынужденном движении в трубах.
47	Особенности движения и теплообмена в трубах.
48	Участок гидродинамической стабилизации. Участок тепловой стабилизации. Средний коэффициент теплоотдачи трубы.
49	Два режима неизотермического движения: вязкостный и вязкостно-гравитационный
50	Интегральное уравнение теплоотдачи для стабилизированного теплообмена.

### Образец карточки к зачету по дисциплине

ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
Дисциплина	<b><u>Тепломассообмен</u></b>
	Семестр - 5
Группа	<b><u>ТЭС-19, ЭОП-19</u></b>
<b>Карточка № 1</b> (к зачету по дисциплине)	
1.	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности.
2.	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности.
3.	Физический смысл основных критериев подобия. Число Нуссельта. Число Рейнольдса.
4.	Коэффициенты теплоотдачи. Теплоотдача при естественной конвекции.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	
Р.А-В. Турлуев	

### 7.2.2 Вопросы к экзамену по дисциплине «Тепломассообмен» (6 семестр)

1	Теплоотдача при ламинарном режиме. Теплоотдача при вязкостно-гравитационном режиме.
2	Теплоотдача при турбулентном режиме. Теплоотдача при переходном режиме.
3	Теплоотдача в трубах некруглого поперечного сечения.
4	Теплоотдача в изогнутых трубах.
5	Теплоотдача в шероховатых трубах.
6	Теплоотдача при вынужденном поперечном омывании одиночной круглой трубы.
7	Коэффициент теплоотдачи. Теплоотдача при поперечном омывании пучком труб.
8	Характер течения жидкости в пучке.
9	Основные положения теплоотдачи при свободном движении жидкости.



10	Теплоотдача при свободном ламинарном и турбулентном движении жидкости вдоль вертикальной пластины.
11	Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.
12	Теплообмен при свободном движении жидкости в ограниченном пространстве.
13	Теплообмен в пространстве горизонтальных и вертикальных щелей.
14	Шаровые и горизонтальные цилиндрические прослойки.
15	Теплообмен при конденсации чистого пара.
16	Виды конденсации. Термическое сопротивление передачи теплоты.
17	Термическое сопротивление пленки конденсата от режима течения.
18	Тепловой поток при конденсации пара.
19	Конденсация движущегося и неподвижного пара.
20	Теплообмен при пленочной конденсации неподвижного пара.
21	Турбулентное течение пленки на вертикальной стенке.
22	Теплообмен при пленочной конденсации движущего пара внутри труб.
23	Ламинарное течение пленки конденсата.
24	Теплообмен при капельной конденсации пара.
25	Основные задачи теплообмена при конденсации пара.
26	Основы процесса теплообмена излучением.
27	Виды лучистых потоков. Вектор излучения.
28	Закон Планка. Закон Релея –Джинса.
29	Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа.
30	Абсолютно черное тело. Закон косинусов Ламберта.
31	Теплообмен излучением системы тел в абсолютно прозрачной среде.
32	Излучательная способность твердых тел и методы ее определения.
33	Радиационный метод. Метод регулярного теплового режима. Метод нагревания с постоянной скоростью.
34	Концентрационная диффузия (массы). Вектор плотности потока массы.
35	Закон Фика. Коэффициент диффузии. Термо и бародиффузия.
36	Термо и бародиффузия.
37	Дифференциальные уравнения совместных процессов массо- и теплообмена.
38	Диффузионный пограничный слой. Аналогия процессов массо- и теплообмена.
39	Диффузионные аналоги чисел Нуссельта и Прандтля.
40	Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы.
41	Случай полупроницаемой межфазной границы. Формула Стефана.
42	Стефанов поток. Массо- и теплообмен при испарении в парогазовую среду.
43	Массо- и теплообмен при конденсации пара из парогазовой смеси.

**Образец экзаменационного билета по дисциплине «Тепломассообмен»**

	ГРОЗНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НЕФТЯНОЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ КАФЕДРА "ТЕПЛОТЕХНИКА И ГИДРАВЛИКА"	
	Дисциплина	<b><u>Тепломассообмен</u></b>
		Семестр - 6
	Группа	<b><u>ТЭС-19, ЭОП-19</u></b>
	<b>БИЛЕТ № 1</b>	
1.	Теплоотдача при свободном движении около горизонтальной трубы.	
2.	Закон смещения Вина. Закон Стефана-Больцмана.	

<b>3.</b>	Соотношения материального и энергетического баланса для межфазной границы.
Зав. кафедрой «Теплотехника и гидравлика»	Р.А-В. Турлуев

### **7.3 Текущий контроль**

#### **Вопросы к лабораторным работам (5 семестр)**

##### **Вопросы к лабораторной работе №1:**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какими методами измеряется температура в данной работе?
4. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
5. На что расходуется мощность, подведенная к компрессору, и как она определяется?

##### **Вопросы к лабораторной работе №2:**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как Вы понимаете такие состояния, как насыщенный и ненасыщенный влажный воздух?
4. Как Вы относитесь к термину «пересыщенный» влажный воздух?
5. Как формулируется и записывается закон парциальных давлений для влажного воздуха?
6. Что называется абсолютной, относительной влажностью и влагосодержанием влажного воздуха?
7. Как выражается и из чего складывается теплосодержание (энтальпия) влажного воздуха?

##### **Вопросы к лабораторной работе №3:**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Дайте определение процессов истечения и дросселирования.
4. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу истечения.
5. Напишите уравнение первого закона термодинамики применительно к процессу дросселирования.
6. Как изменяется скорость истечения через суживающееся сопло при изменении  $\beta$  от 1 до 0 (покажите качественное изменение на графике расхода)?
7. Чем объясняется проявление критического режима при истечении?

8. В чем различие теоретического и действительного процессов истечения?

### **Вопросы к лабораторным работам (6 семестр)**

#### **Вопросы к лабораторной работе №4:**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как достигается поставленная цель?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Какие величины следует измерять в данной работе, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности?
4. Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?
5. Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.
6. Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?

#### **Вопросы к лабораторной работе №5:**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.
3. Как определяется средняя температура струны в данной установке?
4. Для чего замеряется барометрическое давление в данной работе?
5. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством конвекции?
6. Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством излучения?
7. Что такое свободная и вынужденная конвекция?
8. Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?
9. Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?

#### **Вопросы к лабораторной работе №6:**

1. Сформулируйте цель лабораторной работы и поясните, как она достигается?
2. Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение. Какими методами измеряется температура в данной работе?
3. Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?
4. По каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?
5. Как осуществляется выбор контрольной оболочки рассматриваемой термодинамической системы?
6. Дайте формулировку и математическое выражение уравнения первого закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта.
7. Укажите способы определения величин, входящих в уравнение 1-го закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта, с полным обоснованием используемых расчетных формул.

### **Вопросы к практическим занятиям (5 семестр)**

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы</b>
1	Способы передачи теплоты Основные понятия и определения теории теплообмена. Температурное поле.
2	Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент теплопроводности газов и жидкостей.
3	Теплопроводность при стационарных условиях. Теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода.
4	Полное термическое сопротивление теплопередачи. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
5	Теплопередача через плоскую, цилиндрическую, сферическую и оребренную стенки. Коэффициент теплопередачи.

### **Вопросы к практическим занятиям (6 семестр)**

<b>№ п/п</b>	<b>Вопросы</b>
1	Пути интенсификации теплопередачи. Интенсификация теплопередачи путем увеличения коэффициента теплопроводности. Теплопроводность в стержне (ребре) постоянного поперечного сечения.
2	Тепловая изоляция. Критический диаметр тепловой изоляции. Выбор эффективной изоляции по её критическому диаметру.
3	Аналитическое описание процесса нестационарной теплопроводности. Определение количества теплоты, отданного пластиной в процессе охлаждения.
4	Особенности передачи теплоты при взаимном контакте двух тел. Контактное термическое сопротивление. Нестационарный процесс теплопроводности. Контактный теплообмен.
5	Основной закон конвективного теплообмена. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи.

**7.4 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания.**

**Таблица 7**

Планируемые результаты освоения компетенции	Критерии оценивания результатов обучения				Наименование оценочного средства
	менее 41 баллов (неудовлетворительно)	41-60 баллов (удовлетворительно)	61-80 баллов (хорошо)	81-100 баллов (отлично)	
<b>ОПК-3</b> Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах.					
<b>знать:</b> способы передачи теплоты, основные понятия и определения теории теплообмена; основные законы преобразования энергии и тепломассообмена; качественные характеристики переноса теплоты; условия однозначности или краевые условия теплопроводности; пути интенсификации теплопередачи; приближенные методы решения задач теплопроводности; основы процесса теплообмена излучением.	Фрагментарные знания	Неполные знания	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания	Сформированные систематические знания	тестовые задания, вопросы к аттестации, вопросы к практическим и лабораторным занятиям, темы рефератов, докладов.
<b>уметь:</b> применять основные законы и уравнения тепломассообмена для выполнения технических расчетов; уметь пользоваться термодинамическими схемами, диаграммами, графиками и таблицами теплофизических свойств веществ и газов проводить термодинамический анализ процессов; определять теплопроводность при стационарных условиях, определять теплопроводность однослойной, многослойной, плоской цилиндрической и сферической стенок при граничных условиях 1 рода; проводить термодинамические расчеты рабочих процессов в теплосиловых установках и других теплотехнических устройствах, применяемых в отрасли.	Частичные умения	Неполные умения	Умения полные, допускаются небольшие ошибки	Сформированные умения	

<p><b>Владеть:</b> методами передачи теплоты через цилиндрическую стенку; обобщенными методами решения задач теплопроводности в плоской, цилиндрической и шаровой стенках; основами расчета теплопередачи между двумя жидкостями через разделяющую их стенку; методикой расчета теплопередачи через плоскую, цилиндрическую, сферическую и ребренную стенки; понятием о методе анализа размерностей теории подобия; методами термодинамического анализа процессов в различных двигателях, теплосиловых установках и компрессорах.</p>	<p>Частичное владение навыками</p>	<p>Несистематическое применение навыков</p>	<p>В систематическом применении навыков допускаются пробелы знаний</p>	<p>Успешное и систематическое применение навыков</p>	
---	------------------------------------	---	--	--	--

## **8. Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся созданы фонды оценочных средств, адаптированные для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов-инвалидов устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). При тестировании для слабовидящих студентов используются фонды оценочных средств с укрупненным шрифтом. На экзамен приглашается сопровождающий, который обеспечивает техническое сопровождение студенту. При необходимости студенту-инвалиду предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене (или зачете). Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья и обучающиеся инвалиды обеспечиваются печатными и электронными образовательными ресурсами (программы, учебные пособия для самостоятельной работы и т.д.) в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

1) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по зрению:**

- **для слепых:** задания для выполнения на семинарах и практических занятиях оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом; письменные задания выполняются на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых либо надиктовываются ассистенту; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

- **для слабовидящих:** обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс; обучающимся для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств; задания для выполнения заданий оформляются увеличенным шрифтом;

2) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья **по слуху:**

- **для глухих и слабослышащих:** обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования; предоставляются услуги

сурдопереводчика;

- для слепоглухих допускается присутствие ассистента, оказывающего услуги тифлосурдопереводчика (помимо требований, выполняемых соответственно для слепых и глухих);

3) для лиц с тяжелыми нарушениями речи, глухих, слабослышащих лекции и семинары, проводимые в устной форме, проводятся в письменной форме;

4) для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, **имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:**

- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата, нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей: письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту; выполнение заданий (тестов, контрольных работ), проводимые в письменной форме, проводятся в устной форме путем опроса, беседы с обучающимся.

## **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **9.1 Литература**

1. Никитин В.А. Лекции по теплотехнике [Электронный ресурс]: конспект лекций/ — Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2011.— 532 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/21604.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22626.html>.— ЭБС «IPRbooks»
3. Агеев М.А. Тепломассообменные процессы и установки промышленной теплотехники [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения/ Агеев М.А., Мракин А.Н.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018.— 229 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/70284.html>.— ЭБС «IPRbooks»
4. Кудинов И.В. Теоретические основы теплотехники. Часть I. Термодинамика [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кудинов И.В., Стефанюк Е.В.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22626.html>.— ЭБС «IPRbooks»
5. Дерюгин В.В. Тепломассообмен [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Дерюгин В.В., Васильев В.Ф., Уляшева В.М.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016.— 244 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/74378.html>.— ЭБС «IPRbooks»

### **в) программное и коммуникационное обеспечение**

1. Электронный конспект лекций и электронно-обучающий комплекс по дисциплине «Техническая термодинамика и теплотехника»



## 2. Тесты для компьютерного тестирования студентов

Интернет ресурс - [www.gstou.ru](http://www.gstou.ru) электронная библиотека ЭБС «IPRbooks»,  
“Консультант студента”, “ibooks”

1.	<a href="http://thermophysics.ru/modules.php?name=PagesAd&amp;pa...pid...">thermophysics.ru&gt;modules.php?name=PagesAd&amp;pa...pid...</a>
2.	<a href="http://book-pdf.org&gt;physics/file6014.html">book-pdf.org&gt;physics/file6014.html</a>
3.	<a href="http://fondknig.com&gt;main...termodinamika_i_teploperedacha...">fondknig.com&gt;main...termodinamika_i_teploperedacha...</a>
4.	<a href="http://eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...">eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...</a>
5.	<a href="http://msmakarov.narod.ru&gt;html/cthem.html">msmakarov.narod.ru&gt;html/cthem.html</a>
6.	<a href="http://teplotexnika.ucoz.ru&gt;load/1">teplotexnika.ucoz.ru&gt;load/1</a>
7.	<a href="http://techliter.ru&gt;...lekcii/termodinamika...teploperedacha...">techliter.ru&gt;...lekcii/termodinamika...teploperedacha...</a>
8.	<a href="http://termopower.ru&gt;tehnickeskaya-literatura/126-lekcii...">termopower.ru&gt;tehnickeskaya-literatura/126-lekcii...</a>
9.	<a href="http://booksgid.com&gt;...tekhnikeskaja-termodinamika-i.html">booksgid.com&gt;...tekhnikeskaja-termodinamika-i.html</a>
10.	<a href="http://eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...">eknigi.org&gt;nauka_i...termodinamika-i-teploperedacha...</a>

## 9.2 Методические указания по освоению дисциплины (Приложение)

### 10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Класс с персональными компьютерами для проведения виртуальных лабораторных работ и практических занятий.

### Термодинамика и теплотехника (наличие оборудования и ТСО)

1	Лабораторный комплекс "Теплопередача при конвекции и обдуве" ТПК-010-9ЛР-01 (9 лабораторных работ)
2	Учебно-лабораторный комплекс «Теплообменники» (4 лабораторных работы)
3	Виртуальный программный лабораторный комплекс "Теплотехника" (6 лабор. работ)
4	Виртуальный учебный комплекс «Тепловые электростанции»
5	<b>Комплект плакатов</b> 560x800 мм, Изображение нанесено на пластиковую основу толщиной 4 мм и размером 560x800 мм. Изображение обладает водостойкими свойствами. Каждый плакат имеет элементы крепления к стене.
5.1	Техническая термодинамика (16 шт.)
5.2	«Тепломассообмен» 16 шт.
6	<b>Электронные плакаты</b> Демонстрационные комплексы на базе мультимедиа-проектора (комплект электронных плакатов на CD, мультимедиа-проектор BENQ, ноутбук, экран 1,5x1,5 м):
а.	Техническая термодинамика (86 шт.)
б.	Тепломассообмен(122 шт.)
	<b>Презентации:</b>
1	Теплопередача
2	Тепловые и атомные электростанции
3	Двигатели внутреннего сгорания
4	Физико-химические основы современной энергетики
5	Энергосбережение и ее роль в жизни общества (52 слайдов);
6	Мероприятия по энергоэффективности и энергосбережению (20 слайдов);
7	Особенности реализации программ энергосбережения и энергетической эффективности для бюджетных организаций (9слайдов);
8	Энергобалансы ТЭР их состояние и классификация (11 слайдов);
9	Расчетный анализ энергетических потоков и балансов (11 слайдов)

**Методические указания по освоению дисциплины****«Тепломассообмен»****1. Методические указания для обучающихся по планированию и организации времени, необходимого для освоения дисциплины.**

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины, ее структурой и содержанием разделов (модулей), фондом оценочных средств, ознакомиться с учебно-методическим и информационным обеспечением дисциплины.

Дисциплина «Тепломассообмен» состоит из 18 связанных между собою тем, обеспечивающих последовательное изучение материала.

Обучение по дисциплине «Тепломассообмен» осуществляется в следующих формах:

1. Аудиторные занятия (лекции, практические/семинарские занятия).
2. Самостоятельная работа студента (подготовка к лекциям, практическим/практическим занятиям, тестам/рефератам/докладам/эссе, и иным формам письменных работ, выполнение анализа кейсов, индивидуальная консультация с преподавателем).
3. Интерактивные формы проведения занятий (коллоквиум, лекция-дискуссия, групповое решение кейса и др. формы).

Учебный материал структурирован и изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому/ семинарскому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. Обучающиеся самостоятельно проводят предварительную подготовку к занятию, принимают активное и творческое участие в обсуждении теоретических вопросов, разборе проблемных ситуаций и поисков путей их решения. Многие проблемы, изучаемые в курсе, носят дискуссионный характер, что предполагает интерактивный характер проведения занятий на конкретных примерах.

Описание последовательности действий обучающегося:

При изучении курса следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня, разобрать рассмотренные примеры (10 – 15 минут).
2. При подготовке к лекции следующего дня повторить текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть следующая тема (10 - 15 минут).
3. В течение недели выбрать время для работы с литературой в библиотеке (по 1 часу).
4. При подготовке к практическому/ семинарскому занятию повторить основные понятия по теме, изучить примеры. Решая конкретную ситуацию, - предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить 1 - 2 практические ситуации (лаб. работы).

**2. Методические указания по работе обучающихся во время проведения лекций.**

Лекции дают обучающимся систематизированные знания по дисциплине, концентрируют их внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Лекции обычно излагаются в традиционном или в проблемном стиле. Для студентов в большинстве случаев в проблемном стиле. Проблемный стиль позволяет стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся и их интерес к дисциплине, формировать творческое мышление, прибегать к противопоставлениям и сравнениям, делать обобщения, активизировать внимание обучающихся путем постановки проблемных вопросов, поощрять дискуссию.

Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала, обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть того или иного явления, или процессов, выводы и практические рекомендации.

Конспект лекции лучше подразделять на пункты, соблюдая красную строку. Этому в большой степени будут способствовать вопросы плана лекции, предложенные преподавателям. Следует обращать внимание на акценты, выводы, которые делает преподаватель, отмечая наиболее важные моменты в лекционном материале замечаниями «важно», «хорошо запомнить» и т.п. Можно делать это и с помощью разноцветных маркеров или ручек, подчеркивая термины и определения.

Целесообразно разработать собственную систему сокращений, аббревиатур и символов. Однако при дальнейшей работе с конспектом символы лучше заменить обычными словами для быстрого зрительного восприятия текста.

Работая над конспектом лекций, необходимо использовать не только основную литературу, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал преподаватель. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть теоретическим материалом.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **3. Методические указания обучающимся по подготовке к практическим/семинарским занятиям.**

На практических/семинарских занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике семинарских занятий.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к семинарскому занятию:

1. Ознакомление с планом практического/семинарского занятия, который отражает содержание предложенной темы;

2. Проработать конспект лекций;

3. Прочитать основную и дополнительную литературу.

В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы. При всей полноте конспектирования лекции в ней невозможно изложить весь материал из-за лимита аудиторных часов. Поэтому самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов отношение к конкретной проблеме. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса;

4. Ответить на вопросы плана практического/семинарского занятия;

5. Выполнить домашнее задание;

6. Проработать тестовые задания и задачи;

7. При затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

Результат такой работы должен проявиться в способности студента свободно ответить на теоретические вопросы практикума, выступать и участвовать в коллективном обсуждении вопросов изучаемой темы, правильно выполнять практические задания и иные задания, которые даются в фонде оценочных средств дисциплины.

### **4. Методические указания обучающимся по организации самостоятельной работы.**

Цель организации самостоятельной работы по дисциплине «Тепломассообмен» - это углубление и расширение знаний в области основных законов тепломассообмена и теплотехники; формирование навыка и интереса к самостоятельной познавательной деятельности.

Самостоятельная работа обучающихся является важнейшим видом освоения

содержания дисциплины, подготовки к практическим занятиям и к контрольной работе. Сюда же относятся и самостоятельное углубленное изучение тем дисциплины. Самостоятельная работа представляет собой постоянно действующую систему, основу образовательного процесса и носит исследовательский характер, что послужит в будущем основанием для написания выпускной квалификационной работы, практического применения полученных знаний.

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению, с учетом потребностей и возможностей личности.

Правильная организация самостоятельных учебных занятий, их систематичность, целесообразное планирование рабочего времени позволяет студентам развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивать высокий уровень успеваемости в период обучения, получить навыки повышения профессионального уровня.

Подготовка к практическому занятию включает, кроме проработки конспекта и презентации лекции, поиск литературы (по рекомендованным спискам и самостоятельно), подготовку заготовок для выступлений по вопросам, выносимым для обсуждения по конкретной теме. Такие заготовки могут включать цитаты, факты, сопоставление различных позиций, собственные мысли. Если проблема заинтересовала обучающегося, он может подготовить реферат и выступить с ним на практическом занятии. Практическое занятие - это, прежде всего, дискуссия, обсуждение конкретной ситуации, то есть предполагает умение внимательно слушать членов малой группы и модератора, а также стараться высказать свое мнение, высказывать собственные идеи и предложения, уточнять задавать вопросы коллегам по обсуждению.

При подготовке к контрольной работе обучающийся должен повторять пройденный материал в строгом соответствии с учебной программой, используя конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем. При необходимости можно обратиться за консультацией и методической помощью к преподавателю.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

### **Виды СРС и критерии оценок**

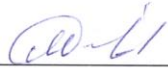
(по балльно-рейтинговой системе ГГНТУ, СРС оценивается в 15 баллов)

1. Реферат
2. Доклад
3. Эссе
4. Участие в мероприятиях

Темы для самостоятельной работы прописаны в рабочей программе дисциплины. Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

**Составитель:**

Старший преподаватель кафедры  
«Теплотехника и гидравлика»


 / А.Д. Мадаева /

**СОГЛАСОВАНО:**

Зав. выпускающей каф.  
«Теплотехника и гидравлика»

 / Р.А.-В. Турлуев /

Директор ДУМР

 / М.А. Магомаева /