

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Блинова Светлана Павловна  
Должность: Заместитель директора по учебно-воспитательной работе  
Дата подписания: 13.04.2023 09:35:39  
Уникальный идентификатор:  
1cafd4e102a27ce11a89a2a7ceb20237f3ab5c65

**Министерство науки и образования Российской Федерации**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Норильский государственный индустриальный институт»**  
**Политехнический колледж**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**учебной дисциплины**

**«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»**

по специальности:

13.02.01 Тепловые электрические станции

Рабочая программа учебной дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС 3+) по специальностям:

13.02.01 Тепловые электрические станции.

Организация-разработчик: Политехнический колледж ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт»

Разработчик:

Стрельникова Лилия Ивановна, преподаватель

Рассмотрена на заседании цикловой комиссии  
Тепловых электрических станций

Председатель комиссии \_\_\_\_\_ Семенова Светлана Ивановна

Утверждена методическим советом политехнического колледжа ФГБОУ ВО «Норильский государственный индустриальный институт».

Протокол заседания методического совета №\_\_ от  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Зам. директора по УР \_\_\_\_\_ С.П. Блинова

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>1 Паспорт рабочей программы учебной дисциплины</b>	<b>4</b>
<b>2 Структура и содержание учебной дисциплины</b>	<b>7</b>
<b>3 Условия реализации программы учебной дисциплины</b>	<b>21</b>
<b>4 Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины</b>	<b>22</b>

# **1 Паспорт рабочей программы учебной дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»**

## **1.1 Область применения программы учебной дисциплины**

Рабочая программа учебной дисциплины «Теоретические основы теплотехники» является частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС СПО по специальности 13.02.01 Тепловые электрические станции.

## **1.2 Место учебной дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы:**

является общепрофессиональной дисциплиной и относится к профессиональному циклу.

## **1.3 Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины:**

В результате освоения дисциплины обучающийся по специальности 13.02.01 Тепловые электрические станции

### **должен уметь:**

- определять параметры состояния газа, рассчитывать газовую смесь;
- определять теплоемкость отдельного газа и смеси;
- проводить анализ основных термодинамических процессов;
- изображать газовые циклы в диаграммах; использовать таблицы и диаграммы для решения задач для идеальных и реальных газов;
- определять состояние и параметры водяного пара;
- производить расчеты при истечении и дросселировании газов и паров.
- производить расчеты по определению плотности теплового потока, температуры, термического сопротивления теплопроводности одно- и многослойной стенок;
- определять коэффициент теплоотдачи, теплопередачи, термического сопротивления теплоотдачи и теплопередачи,
- соблюдать правила технической безопасности при выполнении лабораторных работ;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся

### **должен знать:**

- основные газовые законы, газовые смеси;
- теплоемкость газов и газовых смесей;
- законы термодинамики; термодинамические процессы идеальных газов;
- газовые циклы;

- водяной пар и его свойства; диаграммы и таблицы водяного пара;
- термодинамические процессы водяного пара;
- циклы паротурбинных установок;
- процессы передачи теплоты;
- основные положения и законы конвективного теплообмена;
- основные понятия и законы теплового излучения;

В процессе освоения дисциплины студент должен овладеть общими компетенциями:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, определять методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Решать проблемы, оценивать риски и принимать решения в нестандартных ситуациях.

ОК 4. Осуществлять поиск, анализ и оценку информации, необходимой для постановки и решения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии для совершенствования профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и команде, обеспечивать ее сплочение, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Ставить цели, мотивировать деятельность подчиненных, организовывать и контролировать их работу с принятием на себя ответственности за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Быть готовым к смене технологий в профессиональной деятельности.

В процессе освоения дисциплины студент должен овладевать профессиональными компетенциями:

ПК 1.1. Проводить эксплуатационные работы на основном и вспомогательном оборудовании котельного цеха, топливоподдачи и мазутного хозяйства.

ПК 1.2. Обеспечивать подготовку топлива к сжиганию.

ПК 1.3. Контролировать работу тепловой автоматики и контрольно-измерительных приборов в котельном цехе.

ПК 2.1. Проводить эксплуатационные работы на основном и вспомогательном оборудовании турбинного цеха.

ПК 2.2. Обеспечивать водный режим электрической станции.

ПК 2.3. Контролировать работу тепловой автоматики, контрольно-

измерительных приборов, электрооборудования в турбинном цехе.

ПК 4.1. Управлять параметрами производства тепловой энергии.

ПК 4.2. Определять технико-экономические показатели работы основного и вспомогательного оборудования ТЭС.

ПК 4.3. Оптимизировать технологические процессы.

**1.4 Рекомендуемое количество часов на освоение программы учебной дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося 209 часов,

в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося 139 часа;

самостоятельной работы обучающегося 70 часа.

## 2 Структура и содержание учебной дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

### 2.1 Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Максимальная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>208</b>
<b>Обязательная аудиторная учебная нагрузка (всего)</b>	<b>139</b>
в том числе:	
- практические занятия	22
- лабораторные занятия	8
<b>Самостоятельная работа обучающегося (всего)</b>	<b>70</b>
в том числе:	
- решение задач	17
- работа над конспектами лекций	35
- подготовка рефератов	10
<b>Итоговая аттестация в форме экзамена</b>	

## 2.2 Тематический план и содержание учебной дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала, лабораторные работы, самостоятельная работа обучающихся	Объем часов	Уровень освоения		
1	2	3	4		
<b>Введение</b>	<p>Значение дисциплины в подготовке специалиста, ее связь с другими дисциплинами. Краткий исторический обзор развития теплоэнергетики.</p> <p>Энергетика и ее практическое значение в народном хозяйстве России. Пути развития теплоэнергетики и ее значение в создании материально-технической базы.</p>	2			
<b>Раздел 1 Основы технической термодинамики</b>		<b>93</b>			
<b>Тема 1.1</b> Параметры состояния тела. Основные газовые законы. Газовые смеси.	<b>Содержание учебного материала</b>	6	1,2		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Понятие о термодинамической системе. Понятие о параметрах состояния рабочего тела. Понятие об идеальных и реальных газах.</td> </tr> </table>			1	Понятие о термодинамической системе. Понятие о параметрах состояния рабочего тела. Понятие об идеальных и реальных газах.
	1			Понятие о термодинамической системе. Понятие о параметрах состояния рабочего тела. Понятие об идеальных и реальных газах.	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">2</td> <td>Основные газовые законы. Закон Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Авогадро. Уравнения состояния идеального газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Газовая постоянная, универсальная газовая постоянная.</td> </tr> </table>			2	Основные газовые законы. Закон Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Авогадро. Уравнения состояния идеального газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Газовая постоянная, универсальная газовая постоянная.
2	Основные газовые законы. Закон Бойля-Мариотта, Гей-Люссака, Авогадро. Уравнения состояния идеального газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Газовая постоянная, универсальная газовая постоянная.				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">3</td> <td>Газовые смеси. Состав газовых смесей. Массовые и объемные доли, газовая постоянная смеси, кажущаяся молекулярная масса смеси, парциальное давление, плотность смеси.</td> </tr> </table>	3	Газовые смеси. Состав газовых смесей. Массовые и объемные доли, газовая постоянная смеси, кажущаяся молекулярная масса смеси, парциальное давление, плотность смеси.			
3	Газовые смеси. Состав газовых смесей. Массовые и объемные доли, газовая постоянная смеси, кажущаяся молекулярная масса смеси, парциальное давление, плотность смеси.				
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>					



	<p>Поиск информации в различных источниках, ее изучение (рефераты, презентации). Тематика внеаудиторной работы:</p> <p>Приборы для измерения основных параметров состояния тела. Устройство и принцип действия приборов (манометры, термометры).</p> <p>Разновидности шкал измерения температуры (Цельсия, Кельвина, Фаренгейта).</p> <p>Решение задач на определение параметров состояния.</p>	4		
<p><b>Тема 1.2</b> Теплоёмкость газов и газовых смесей</p>	<b>Содержание учебного материала</b>		4	3
	1	Определение теплоемкости. Средняя и истинная теплоемкости. Массовая, объемная и мольная теплоемкости, изобарная и изохорная теплоемкости, соотношения между ними.		
	2	Линейная и нелинейная зависимость теплоемкости от температуры. Таблицы теплоемкости. Теплоемкость газовой смеси.		
	<b>Лабораторные работы</b>		2	
	1 Определение массовой изобарной теплоемкости воды			
	<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> Работа с конспектом. Решение задач на определение массовой, объемной и средней теплоемкости различных газов, определение количества тепла, затрачиваемого в процессе при $p$ и $v = \text{const}$ . Нахождение значений теплоемкости методом интерполяции.		2	
<p><b>Тема 1.3</b> Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия и работа. Энтальпия</p>	<b>Содержание учебного материала</b>		6	3
	1	Первый закон термодинамики. Эквивалентность теплоты и работы. Понятие теплоты, внутренней энергии и работа газа. Математическое выражение первого закона термодинамики. Единицы измерения теплоты и работы.		
	2	Равновесные и обратимые процессы. Энтальпия газа. Решение задач на определение изменения внутренней энергии, энтальпии, совершаемой работы, количества теплоты.		

	3	Основные термодинамические процессы в газах. P,v- и T,s- диаграммы идеальных газов. Уравнение первого закона термодинамики для каждого процесса. Анализ изменения состояния основных параметров идеальных газов в различных термодинамических процессах.		
	<b>Лабораторные работы</b> 1 Определение коэффициента адиабаты воздуха k		2	
<b>Тема 1.4</b> Второй закон термодинамики. Энтропия. Круговые циклы. Циклы Карно. Газовые циклы. Поршневые компрессоры	<b>Содержание учебного материала</b>		10	3
	1	Второй закон термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Энтропия, ее физический смысл. T,s-диаграмма. Круговые процессы или циклы. Понятие прямого и обратного кругового цикла. Обратимые и необратимые процессы и циклы. Циклы холодильных установок. Холодильный коэффициент.		
	2	Теоретический цикл Карно. Понятие прямого и обратного цикла Карно. P,v- и T,S- диаграмма цикла Карно. Термический коэффициент полезного действия цикла.		
	3	Двигатели внутреннего сгорания (ДВС). Индикаторная диаграмма циклов. Термический коэффициент полезного действия циклов двигателей внутреннего сгорания, их сравнение. Индикаторная диаграмма циклов.		
	4	Газотурбинные установки. Схемы и принцип работы. Термический КПД циклов ГТУ.		
	5	Компрессоры. Понятие идеального компрессора. Термодинамические основы работы компрессоров. Принцип работы. Индикаторная диаграмма компрессора. PV и TS –диаграммы поршневого компрессора. Работа компрессора. Влияние вредного пространства на работу компрессора.		

	<p><b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>  Работа над конспектами занятий из учебной литературы.  Тематика внеаудиторной работы:  Третий закон термодинамики недостижимости тела абсолютного нуля, его следствие.  Регенеративный цикл ГТУ. Пути увеличения термического КПД циклов ГТУ  Многоступенчатое сжатие в компрессоре. Решение задач на определение работы компрессора и ДВС.</p>	5	
<p><b>Тема 1.5</b>  Реальные газы.  Водяной пар и его свойства. Термодинамические процессы водяного пара</p>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p>	6	3
	<p>1 Свойства реальных газов. Водяной пар, как реальный газ. Парообразование, испарение, кипение, конденсация, сублимация, десублимация. Насыщенный водяной пар. Сухой и влажный насыщенный пар. Перегретый пар. Степени сухости, влажности и перегрева пара.</p>		
	<p>2 P,v-, T,s- диаграммы водяного пара. Пограничные кривые и критическая точка. Теплота жидкости, парообразования и перегрева пара. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. Вычисления параметров влажного насыщенного пара с использованием таблиц водяного пара и математических зависимостей</p>		
	<p>3 i,S- диаграмма водяного пара. Определение параметров водяного пара с помощью is-диаграммы. Основные процессы изменения состояния водяного пара: изобарный, изохорный, изотермический и адиабатный.</p>		
<p><b>Практические работы</b>  1 Определение параметров водяного пара с помощью таблиц  2 Определение параметров водяного пара с помощью I,S-диаграммы</p>	4		

	<p><b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> Работа над конспектами занятий из учебной литературы. Тематика внеаудиторной работы: Водяной пар и его свойства. Свойства реальных газов. Характеристическое уравнение реальных газов Ван-дер-Ваальса. Сублимация. Изучение и работа с диаграммами водяного пара PV, TS и IS. Теплота жидкости, парообразования перегрева пара. Изучение и работа с таблицами термодинамических свойств воды и водяного пара. Изображение основных термодинамических процессов водяного пара в P,v-, T,s- и i,S-диаграммах. Определение количества теплоты работы, изменения внутренней энергии, энтальпии, энтропии и удельного объема водяного пара в различных термодинамических процессах. Решение задач.</p>	6	
<p><b>Тема 1.6</b> Истечение и дросселирование газов и паров</p>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p>	4	3
	<p>1 Общие понятия. Кинетическая энергия струи и ее использование. Работа проталкивания и располагаемая работа. Скорость и критическая скорость истечения, секундный массовый расход газа. Критическое отношение давлений и критическая скорость.</p>		
	<p>2 Комбинированное сопло Лавалья. Коэффициенты скорости и расхода. Коэффициент полезного действия сопла. Основные размеры сопла и их определение. Процесс дросселирования и его особенности. Дросселирование идеального газа и водяного пара.</p>		
	<p><b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> Работа над конспектами занятий из учебной литературы. Тематика внеаудиторной работы: Истечение и дросселирование газов и паров. Работа проталкивания и располагаемая работа. Изображение располагаемой работы в P,V-,</p>	8	

	<p>T,S- и I,S-диаграммах. (2ч.)  Дросселирование идеального газа и водяного пара. Изображение процессов дросселирования в IS –диаграмме. Эффект Джоуля-Томсана. Эффект адиабатного дросселирования реальных газов. Изменение температуры реальных газов и паров при дросселировании. Техническое применение дросселирования. (2ч.)  Комбинированное сопло Лавала. Располагаемый и действительный теплоперепад, потери в соплах. Коэффициенты скорости и расхода. КПД сопла, его влияние на скорость истечения, расход и параметры пара. Практическое применение истечения. Решение задач (4ч.)</p>		
<p><b>Тема 1.7</b>  Циклы паротурбинных установок</p>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p>	<p>12</p>	<p>2</p>
	<p>1 Циклы паротурбинных установок. Цикл Карно для водяного пара. Схема турбинной установки цикла Карно. T,s –диаграммы цикла Карно для водяного пара.</p>		
	<p>2 Цикл Ренкина для водяного пара. Схема турбинной установки цикла Ренкина. P,v - И T,s –диаграммы цикла. I,S-диаграмма цикла Ренкина. Термический коэффициент полезного действия цикла. Удельный расход пара и теплоты.</p>		
	<p>3 Цикл с промежуточным перегревом пара. Схема цикла и его изображение в T,S- и I,S-диаграммах. Термический коэффициент полезного действия цикла с промперегревом.</p>		
	<p>4 Регенеративный цикл паротурбинной установки. Принципиальная схема установки, работающей по регенеративному циклу. Изображение регенеративного цикла в P,V-, I,S-диаграммах.</p>		
	<p>5 Определение термического коэффициента полезного действия с одним и несколькими регенеративными отборами пара.</p>		
	<p>6 Теплофикационный цикл паротурбинных установок</p>		
	<p><b>Практические работы</b></p>	<p>4</p>	

	<p>1 Определение термического КПД цикла Ренкина в паротурбинных установках</p> <p>2 Определение термического КПД и удельного расхода пара в цикле с промежуточным перегревом пара паротурбинных установок</p>		
	<p><b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>  Работа над конспектами занятий из учебной литературы  Тематика внеаудиторной работы:  Методы повышения термического КПД цикла. Действительный цикл с необратимым адиабатным расширением пара в турбине. Влияние основных параметров пара на термический КПД цикла Ренкина.(2ч.)  Работа турбины и питательного насоса. Работа, совершаемая в результате совершения цикла. Полезно используемое тепло. (2ч.)  Пути повышения термического КПД паросилового цикла. (2ч.)  Бинарный и парогазовый циклы паросиловых установок. Принципиальная схема цикла и изображение цикла в TS-диаграмме (2ч.)</p>	8	
<b>Раздел 2</b> <b>Основы теплопередачи</b>		<b>90</b>	
<b>Тема 2.1</b> Основные положения теории теплообмена. Теплопроводность через плоскую и цилиндрическую однослойную и многослойную стенки.	<b>Содержание учебного материала</b>		
	1 Основные понятия. Виды теплообмена: теплопроводность, конвективный теплообмен, теплообмен излучением. Определение градиента температуры и плотности теплового потока.		
	2 Закон Фурье, коэффициент теплопроводности. Основные положения теплопроводности и механизм передачи теплоты теплопроводностью через стенки различной формы, физический смысл коэффициента теплопроводности. Основная задача теплопроводности.	10	2

	3	Основное уравнение теплопроводности в плоской стенке, уравнение температурной кривой. Понятие величины термического сопротивления теплопроводности и термической проводимости.		
	4	Теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке.		
	5	Основные положения теплопроводности через цилиндрическую стенку. Теплопроводность через однослойную и многослойную цилиндрическую стенку		
	<b>Практические работы</b> 1 Определение теплопроводности через многослойную цилиндрическую стенку.			
<b>Тема 2.2</b> Конвективный теплообмен. Теплоотдача и теплопередача через плоскую и цилиндрическую стенки. Основы теории подобия и моделирования.	<b>Содержание учебного материала</b>			3
	1	Основные положения конвективного теплообмена. Закон Ньютона-Рихмана. Понятие теплоотдачи и теплопередачи.		
	2	Физический смысл коэффициента теплоотдачи и теплопередачи, термического сопротивления при теплопередаче. Факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи и теплопередачи.		
	3	Сущность теплопередачи через стенки различной формы. Определение теплового потока, плотности теплового потока, разности температур на поверхности стенки, коэффициента теплопередачи через плоскую и цилиндрическую стенки.		
	4	Основы теории подобия. Понятие о гидродинамическом и тепловом пограничном слое. Физический смысл констант подобия. Основные критериальные уравнения.		
	<b>Практические работы</b> 1 Определение теплопередачи через многослойную плоскую стенку 2 Определение теплопередачи через цилиндрическую стенку			

	<p><b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>  Работа над конспектами занятий из учебной литературы  Тематика внеаудиторной работы:  Теплопроводность теплопередача через шаровую стенку. Определение плотности теплового потока вдоль радиуса шаровой стенки, температурного поля, теплового потока, коэффициента теплопередачи, суммарного термического сопротивления теплопроводности, диаметра шаровой стенки. (2ч.)  Основы теории подобия и моделирования. Изучение констант подобия и их физический смысл (1ч.)  Решение задач на определение теплового потока и линейной плотности теплового потока; температурного поля для однослойной и многослойной цилиндрической поверхности; линейного коэффициента теплопередачи и термического сопротивления теплопередаче. (4ч.)</p>		7									
<p><b>Тема 2.3</b>  Теплоотдача при свободном и вынужденном движении жидкостей и газов. Поперечное и продольное обтекание труб. Теплообмен и теплоотдача при конденсации и кипении</p>	<p><b>Содержание учебного материала</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td>Свободное и вынужденное движения жидкостей и газов. Факторы, обуславливающие свободное движение жидкости. Понятие о тепловом и гидродинамическом пограничном слое. Распределение температур и скоростей в пограничном слое. Характер движения жидкости вдоль вертикальной стенки, вблизи горизонтальных труб и пластин.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Особенности теплоотдачи при различных случаях движения теплоносителя. Теплоотдача при продольном обтекании гладких труб в турбулентном режиме. Коэффициент теплоотдачи.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Процесс теплоотдачи при поперечном обтекании труб. Режим движения жидкости в пограничном слое при поперечном обтекании труб.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Шахматное и коридорное расположение труб в пучках. Теплоотдача при поперечном и продольном обтекании пучков труб. Изменение теплоотдачи по длине окружности и по рядам труб в</td> </tr> </table>		1	Свободное и вынужденное движения жидкостей и газов. Факторы, обуславливающие свободное движение жидкости. Понятие о тепловом и гидродинамическом пограничном слое. Распределение температур и скоростей в пограничном слое. Характер движения жидкости вдоль вертикальной стенки, вблизи горизонтальных труб и пластин.	2	Особенности теплоотдачи при различных случаях движения теплоносителя. Теплоотдача при продольном обтекании гладких труб в турбулентном режиме. Коэффициент теплоотдачи.	3	Процесс теплоотдачи при поперечном обтекании труб. Режим движения жидкости в пограничном слое при поперечном обтекании труб.	4	Шахматное и коридорное расположение труб в пучках. Теплоотдача при поперечном и продольном обтекании пучков труб. Изменение теплоотдачи по длине окружности и по рядам труб в	14	3
1	Свободное и вынужденное движения жидкостей и газов. Факторы, обуславливающие свободное движение жидкости. Понятие о тепловом и гидродинамическом пограничном слое. Распределение температур и скоростей в пограничном слое. Характер движения жидкости вдоль вертикальной стенки, вблизи горизонтальных труб и пластин.											
2	Особенности теплоотдачи при различных случаях движения теплоносителя. Теплоотдача при продольном обтекании гладких труб в турбулентном режиме. Коэффициент теплоотдачи.											
3	Процесс теплоотдачи при поперечном обтекании труб. Режим движения жидкости в пограничном слое при поперечном обтекании труб.											
4	Шахматное и коридорное расположение труб в пучках. Теплоотдача при поперечном и продольном обтекании пучков труб. Изменение теплоотдачи по длине окружности и по рядам труб в											



	пучках.		
5	Особенности теплоотдачи при конденсации. Понятие о пленочной и капельной конденсации. Факторы, влияющие на теплоотдачу при конденсации пара.		
6	Определение коэффициента теплоотдачи и количества пара, которое конденсируется на поверхности вертикально и горизонтально расположенных труб		
7	Условия возникновения кипения. Пузырчатый и пленочный режимы кипения. Зависимость коэффициента теплоотдачи и плотности теплового потока при кипении от температурного напора. Зависимость коэффициента теплоотдачи от давления, физических свойств жидкости, состояния поверхности, формы, размера, материала поверхности нагрева при пузырьчатом кипении.		
	<b>Практические работы:</b> 1 Теплоотдача при движении среды в трубах 2 Теплоотдача при внешнем обтекании пучков труб 3 Теплоотдача при свободном движении теплоносителя	6	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> Работа над конспектами занятий из учебной литературы Тематика внеаудиторной работы: Зависимость теплоотдачи от паросодержания жидкости и других факторов при пузырьчатом кипении. Решение задач на определение коэффициента теплоотдачи при свободном движении жидкости, на определение конденсируемого количества пара. Определение поверхности нагрева.	6	
<b>Тема 2.4</b>	<b>Содержание учебного материала</b>	4	1, 2

Теплообмен излучением. Основные понятия и законы теплового излучения	1	Основные законы теплового излучения и его свойства. Закон Кирхгофа, Стефана-Больцмана. Излучаемая способность тела, коэффициент излучения, коэффициент термического сопротивления, количество теплоты передаваемое при излучении Излучение газов и паров. Поглощательная, отражательная и пропускная способность тел		
	2	Различные случаи теплообмена излучением. Теплообмен излучением между двумя параллельными поверхностями. Решение задач на определение теплового потока при излучении.		
	<b>Практические работы:</b> 1 Конвективный теплообмен. Теплообмен излучением.		2	
	<b>Лабораторные работы</b> 1 Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвенции		3	
	<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b> Работа над конспектами занятий из учебной литературы Тематика внеаудиторной работы: Теплообмен излучением при произвольном расположении поверхностей. Особенности излучения газов и паров. Излучение и поглощение многоатомных газов		2	
<b>Тема 2.5</b> Теплообменные аппараты. Нетрадиционные источники энергии.	<b>Содержание учебного материала</b>			
	1	Назначение и классификация теплообменных аппаратов. Принцип работы поверхностных и смешивающих теплообменных аппаратов. Основные схемы движения теплоносителей.		
	2	Уравнение теплового баланса и теплопередачи в теплообменном аппарате. Коэффициент теплопередачи теплообменного аппарата при различных формах поверхности теплообмена. Расчет теплообменника.	8	1, 2
	3	Влияние на теплообмен загрязнения поверхности нагрева. Интенсификация процессов теплообмена в теплообменниках. Тепловая защита теплообменных аппаратов.		

	4	Нетрадиционные источники энергии.	
	<p><b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>  Выполнение рефератов (презентаций), работа над конспектами лекций:  Тематика внеаудиторной работы:  Теплообмен конвекцией и излучением в теплообменных аппаратах. Коэффициент теплопередачи при различных формах поверхности теплообмена. Влияние на теплообмен неполного омывания, загрязнения и неплотности поверхности нагрева(2ч.)  Интенсификация процессов теплообмена в теплообменниках. Тепловая защита теплообменных аппаратов. Теплообменные аппараты, устанавливаемые на тепловых электростанциях (4ч.)  Использование нетрадиционных источников энергии. Ветроэнергетика. Водородная энергетика. Использование низкотемпературного тепла Земли, воздуха, воды, разности температур слоев морской воды, энергии волн. Использование вторичных энергетических ресурсов и тепловых отходов (8 ч.)</p>	14	
	<b>Всего по дисциплине:</b>	<b>209</b>	

### **3 Условия реализации программы учебной дисциплины «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ»**

#### **3.1 Требования к минимальному материально-техническому обеспечению**

Реализация программы дисциплины требует наличия учебного кабинета «Теоретических основ теплотехники» и лаборатории «Теоретических основ теплотехники».

Оборудование учебного кабинета:

- комплект раздаточного материала в виде таблиц справочника;
- комплект учебно-методической документации;
- наглядные пособия (плакаты по дисциплине «Теоретические основы теплотехники»).

Оборудование лаборатории и рабочих мест лаборатории:

- лабораторные стенды - 4 шт.

#### **3.2 Информационное обеспечение обучения**

Основные источники:

1 Смирнова М.В. Теоретические основы теплотехники. - Волгоград: ИД «Ин-Фолио», 2015 г. - 272 с.: ил.

2 Прибытков И.А., Левицкий И.А. Теоретические основы теплотехники. - М.: Академия, 2015 г. - 680 с.: ил.

3 Брюханов О.Н., Мелик-Аракелян А.Т., Коробко В.И. Основы гидравлики и теплотехники -4-е изд., стер.-М.:Издательский центр «Академия», 2015-240 с.

Дополнительные источники:

1 Костерев Ф.М., Кушнырев В.И. Теоретические основы теплотехники. – М.: Энергия, 2013. - 360 с.: ил.

2 Рабинович О.М. Сборник задач по технической термодинамике.- М.: машиностроение, 2013 г. - 376 с.: ил.

3 Черняк О.В. Основы теплотехники и гидравлики. - М.: Высшая школа, 2013 г. - 287 с.: ил.

4 Теплотехника под редакцией Н.Н. Сушкина - М.: Металлургия, 2013 г. . – 686 с.: ил.

5 Краснощеков Е.А., Сухомел А.С. Задачник по теплопередаче. – М.: Энергия, 2013.- 176 с.: ил.

#### 4 Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины «Теоретические основа теплотехники»

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять параметры состояния газа, рассчитывать газовую смесь;</li> <li>- определять теплоемкость отдельного газа и смеси;</li> <li>- проводить анализ основных термодинамических процессов;</li> <li>- изображать газовые циклы в диаграммах; использовать таблицы и диаграммы для решения задач для идеальных и реальных газов;</li> <li>- определять состояние и параметры водяного пара;</li> <li>- производить расчеты при истечении и дросселировании газов и паров.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устный контроль: групповой и индивидуальный опрос; защита лабораторных работ, рефератов;</li> <li>- письменный контроль: решение практических задач; выполнение тестовых заданий, выполнение самостоятельных работ.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- производить расчеты по определению плотности теплового потока, температуры, термического сопротивления теплопроводности одно- и многослойной стенок;</li> <li>- определять коэффициент теплоотдачи, теплопередачи, термического сопротивления теплоотдачи и теплопередачи,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устный контроль: групповой и индивидуальный опрос; защита лабораторных работ.</li> <li>- письменный контроль: решение практических задач; выполнение тестовых заданий, выполнение самостоятельных работ,</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- соблюдать правила технической безопасности при выполнении лабораторных работ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устный контроль: защита лабораторных работ, индивидуальный опрос;</li> </ul>
<p><b>Знать</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные газовые законы, газовые смеси;</li> <li>- теплоемкость газов и газовых смесей;</li> <li>- законы термодинамики; термодинамические процессы идеальных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устный контроль: групповой и индивидуальный опрос, защита лабораторных работ;</li> <li>- письменный контроль: решение задач, выполнение тестовых заданий, выполнение самостоятельных ра-</li> </ul>

<p>газов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- газовые циклы;</li> <li>- водяной пар и его свойства; диаграммы и таблицы водяного пара; -</li> <li>- термодинамические процессы водяного пара;</li> <li>- циклы паротурбинных установок;</li> </ul>	<p>бот,</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- процессы передачи теплоты;</li> <li>- основные положения и законы конвективного теплообмена;</li> <li>- основные понятия и законы теплового излучения;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- устный контроль: групповой и индивидуальный опрос; защита лабораторных работ,</li> <li>- письменный контроль: решение задач; выполнение тестовых заданий, выполнение самостоятельных работ</li> </ul>