


ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий

Кафедра «Физика»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного  
факультета

 С. Ю. Труднев  
«01» декабря 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теплотехника»**

направление подготовки  
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»  
(уровень бакалавриата)

профили  
«Машины и оборудование нефтяных и газовых промыслов»  
«Машины и аппараты пищевых производств»

Петропавловск-Камчатский,  
2022

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО специальности (направления подготовки) 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» и учебного плана ФГБОУ ВО «КамчатГТУ».

Составитель рабочей программы

\_\_\_\_\_ доцент \_\_\_\_\_

  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ В. К. Панов \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры \_\_\_\_\_ «Физика» \_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

Протокол № 7 от «14» декабря 2022 года.

Зав.кафедрой  
«14» декабря 2022 г.

  
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ А. И. Задорожный \_\_\_\_\_

### 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Курс теплотехники совместно с курсами высшей математики, физики, химии, инженерной графики и теоретической механики является базовым в теоретической подготовке судомехаников. На основе этих курсов строится изучение всех остальных специальных предметов.

Цели преподавания дисциплины: дать представление о закономерностях процессов преобразования энергии; ознакомить с основными теплофизическими свойствами рабочих тел и теплоносителей; освоить методы расчета и анализа рабочих процессов и циклов тепловых машин, способы повышения их энергетической эффективности; изучить законы теплообмена и освоить их применение для расчета теплообменных устройств.

### 2. Требования к результатам освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения
ОПК-1 способен применять естественнонаучные общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> : Знает методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<b>Знать:</b> законы термодинамики; уравнения состояния вещества и уравнения процессов; способы вычисления работы и тепла процесса.	З(ОПК-1)1 З(ОПК-1)2 З(ОПК-1)3
	ИД-2 <sub>ОПК-1</sub> : Умеет применять естественнонаучные общепрофессиональные знания	<b>Уметь:</b> использовать справочную литературу для определения теплофизических свойств различных веществ; рассчитывать энергетические характеристики термодинамических процессов; вычислять показатели энергетической эффективности прямых и обратных термодинамических циклов; провести расчёт теплопередачи.	У(ОПК-1)1 У(ОПК-1)2
	ИД-3 <sub>ОПК-1</sub> : Владеет навыками применения естественнонаучных общепрофессиональных знаний, методов математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	<b>Владеть:</b> техникой измерения теплотехнических величин.	В(ОПК-1)1

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Теплотехника» относится к обязательной части в структуре основной образовательной программы.

#### 4. Содержание дисциплины.

##### Очная форма обучения

Наименование разделов и тем	Всего часов	Аудиторные занятия	Контактная работа по видам учебных занятий			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля	Итоговый контроль знаний по дисциплине
			Лекции	Семинары (практические занятия)	Лабораторные работы			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Раздел 1. Термодинамика</b>	<b>86</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>24</b>		<b>30</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 1. Уравнение состояния идеального газа.	16	12	4	6		4	РЗ	
Тема 2. Первое начало термодинамики. Процессы в газах.	22	14	6	6		8	РЗ	
Тема 3. Смеси газов.	8	4	2	2		4	РЗ	
Тема 4. Газовые циклы.	24	16	6	6		8		
Тема 5. Фазовые переходы.	16	10	4	4		6	РЗ	
<b>Раздел 2. Теплопередача.</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>18</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 6. Теплообменные аппараты.	18	8	2	2		10	РЗ	
Тема 7. Теплообмен излучением.	14	6	2	2		8	РЗ	
<b>Раздел 3. Элементы теории горения.</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>16</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 8. Материальный баланс.	11	4	2	2		7	РЗ	
Тема 9. Тепловой баланс.	11	4	2	2		7	РЗ	
Тема 10. Распространение и устойчивость пламени.	4	2	2			2		
зачет с оценкой								
<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>34</b>		<b>76</b>		

##### Заочная форма обучения

Раздел, тема учебного курса	Количество часов			
	лк	лб	пр	СРС
Раздел 1. Термодинамика Введение. Основные понятия и определения. Уравнение состояния вещества.	2		2	15
Первое начало термодинамики. Термодинамические процессы в идеальном газе.	2		2	20
Круговой процесс. Газовые циклы.				25
Реальные газы и пары.				20
Раздел 2. Теплопередача. Основные понятия. Механизмы переноса тепла. Теплопроводность.	2		2	20
Конвекция. Теплообмен излучением.				13
Раздел 3. Элементы теории горения.				11
<b>Всего часов</b>	<b>8</b>		<b>8</b>	<b>124</b>

**Дисциплинарный модуль 1**

**Лекция 1.** Предпосылки появления теплотехники. Основные понятия и определения. Механическая работа. Тепловой двигатель – преобразователь. Коэффициент преобразования – КПД. Рабочее тело. Параметры состояния газа. Абсолютное давление, абсолютная температура.

**Практическое занятие 1.** Параметры состояния газа, единицы измерения. Решение задач №№ 10, 13, 15, 24 из [5].

**Лекция 2.** Уравнение состояния вещества. Уравнение для потока идеального газа. Диаграммы состояния.

**Практическое занятие 2.** Уравнение состояния идеального газа. Решение задач №№ 30, 31, 33, 35 из [5].

**Лекция 3.** Первое начало термодинамики. Понятие работы в термодинамике. Вычисление работы процесса. Внутренняя энергия – связь с параметрами состояния.

**Лекция 4.** Тепло – функция процесса. Правило знаков, размерность. Удельная теплоемкость вещества. Использование для вычисления тепла в зависимости от процесса и температуры.

**Практическое занятие 3.** Уравнение состояния для потока идеального газа. Решение задач №№ 32, 34, 36 из [5].

**Лабораторное занятие 1.** Определение изобарной теплоемкости воздуха

**Практическое занятие 4.** Первое начало термодинамики. Решение задач №№ 63, 64, 67, 68 из [5].

**Лекция 5.** Термодинамические процессы в идеальном газе. Условия протекания, уравнения процессов, изображение в диаграммах, выражения для работы, тепла. Первое начало термодинамики для процессов. Факторы, влияющие на тип процесса.

**Практическое занятие 5.** Термодинамические процессы в идеальном газе: изотермический, изохорный, изобарный. Решение задач №№ 76, 78, 81, 83 из [5].

**Лабораторное занятие 2.** Исследование работы одноступенчатого компрессора

**Лекция 6.** Смеси идеальных газов. Состав и параметры состояния смеси. Процессы смешения газов. Термодинамические методы количественного газового анализа.

**Практическое занятие 6.** Термодинамические процессы в идеальном газе: адиабатный, политропный. Решение задач №№ 86, 90, 93, 95 из [5].

**Практическое занятие 7.** Уравнение состояния смеси и компонента в смеси. Теплоемкость смеси. Процессы смешения. Решение задач №№ 47, 50, 58, 60 из [5].

**Лекция 7.** Круговой процесс – суть функционирования теплового двигателя. Работа цикла. Тепло цикла. КПД теплового двигателя. Прямой и обратный циклы.

**Практическое занятие 8.** Круговой процесс. КПД цикла. Решение задач №№ 115, 116, 119 из [5].

**Лабораторное занятие 3.** Исследование цикла парокомпрессионной холодильной машины.

**Лекция 8.** Газовые циклы. Двигатели внутреннего сгорания. Цикл Отто.

**Практическое занятие 9.** Расчёт параметров цикла Отто. Решение задач №№ 5.1, 5.7, 5.9 из [6].

**Лекция 9.** Цикл Дизеля. Сравнительный анализ циклов ДВС. Газотурбинная установка. ГТУ с регенерацией тепла.

**Практическое занятие 10.** Расчёт параметров цикла Дизеля. Решение задач №№ 5.2, 5.3, 5.13 из [6].

**Лекция 10.** Обратные циклы. Назначение, принцип действия и основные характеристики компрессоров. Цикл реального компрессора. Коэффициент производительности. Многоступенчатое сжатие.

**Практическое занятие 11.** Сравнительный анализ циклов ДВС. Решение задач из №№ 5.34, 5.35 из [6].

**Лекция 11.** Реальные газы и пары. Пограничная кривая. Теплота парообразования. Линия насыщения. Влажный пар. Степень сухости. Таблицы насыщения. Диаграммы T-s, i-s, lgp-i. Расчет процессов во влажном паре.

**Практическое занятие 12.** Пограничная кривая. Теплота парообразования. Линия насыщения. Диаграммы процессов в реальном газе. Решение задач №№ 203, 205, 201 из [5].

Лабораторное занятие 4. Определение параметров влажного воздуха.

**Лекция 12.** Паросиловой цикл. Возможность реализации цикла Карно во влажном паре. Усовершенствования Ренкина. Перегрев пара. Современный паросиловой цикл. Влияние параметров цикла на КПД. Теплофикационные циклы.

Практическое занятие 13. Паросиловой цикл Ренкина. Перегрев пара. Влияние параметров цикла на КПД. Решение задач №№ 2.5, 2.7, 2.12 из [6].

### **Самостоятельная работа студента по модулю 1.**

1. Изучение лекционного материала по модулю 1.
2. Подготовка к практическим занятиям — решение домашних задач.
3. Выполнение индивидуальных расчётно-графических заданий №2, №5 из [3].

### **Дисциплинарный модуль 2**

**Лекция 13.** Теплопередача. Частные и полное термические сопротивления. Интенсификация теплообмена. Теплообменные аппараты. Уравнение теплового баланса. Средний температурный напор. Противоток и прямоток. Расчет поверхности теплообмена.

Практическое занятие 14. Теплопередача через плоскую стенку. Решение задач №№ 1-4, 1-5, 1-6 из [7].

Лабораторное занятие 5. Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции.

**Лекция 14.** Теплообмен излучением. Теплообмен между твердыми телами. Экраны. Излучение газов. Излучение пламен. Теплообмен в топках парогенераторов.

Лабораторное занятие 6. Определение теплопередачи через цилиндрическую стенку.

Практическое занятие 15. Теплообменные аппараты. Уравнение теплового баланса. Расчет поверхности теплообмена. Решение задач №№ 2.111, 2.112, 2.113 из [6].

**Лекция 15.** Элементы теории горения. Горючая смесь, продукты сгорания. Состав топлив. Материальный баланс процесса горения.

Лабораторное занятие 7. Определение теплопроводности материала методом цилиндрической стенки.

Практическое занятие 16. Расчёт количества воздуха для горения топлив. Коэффициент избытка воздуха. Решение задач №№ 1.32, 1.34, 1.43 из [6].

**Лекция 16.** Тепловой баланс реакции горения. Температура горения. Скорость химической реакции — зависимость от параметров.

Практическое занятие 17. Расчёт количества продуктов сгорания. Тепловой баланс: температура продуктов сгорания. Решение задач №№ 1.49, 1.55, 1.59 из [6].

Лабораторное занятие 8. Определение степени черноты твердого тела.

**Лекция 17.** Нормальная скорость распространения пламени. Дефлаграционное и детонационное горение. Концентрационные пределы воспламенения. Устойчивость пламён.

### **Самостоятельная работа студента по модулю 2.**

1. Изучение лекционного материала по модулю 2.
2. Подготовка к практическим занятиям — решение домашних задач.
3. Выполнение индивидуальных расчётно-графических заданий №6 из [3].

Курсовой проект не предусмотрен.

**Самостоятельная работа студента заочной формы обучения:** контрольная работа из [8].

### **6. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.**

1. Уравнение состояния идеального газа. Уравнение для потока газа.
2. I начало ТД. Круговой процесс.
3. Теплоемкость: тела, удельная, средняя, истинная.
4. Связь между теплоемкостями.
5. Работа и КПД цикла. Прямой и обратный цикл.
6. Условия равновесия фаз.
7. Линия насыщения.
8. Область состояний «влажный пар». Параметры состояния влажного пара.

9. ТД функции влажного пара.
10. Индикаторная диаграмма сжатия газа в компрессоре.
11. Работа сжатия и техническая работа компрессора.
12. Многоступенчатое сжатие.
13. Цикл Отто.
14. Цикл Дизеля.
15. Сравнительный анализ циклов ДВС.
16. Цикл газотурбинной установки.
17. Влажный пар. Степень сухости, теплота парообразования.
18. Паросиловой цикл. Влияние параметров цикл на КПД.
19. Механизмы переноса тепла и описывающие их законы.
20. Стационарная теплопередача через плоскую стенку.
21. Понятие термического сопротивления и эквивалентной теплопроводности.
22. Характеристика свободного и вынужденного движения. Факторы, влияющие на теплообмен.
23. Понятие о теплообмене при свободной и вынужденной конвекции.
24. Теплообменные аппараты: уравнение теплового баланса.
25. Теплообменные аппараты: расчёт поверхности теплообмена. Прямоток, противоток.
26. Теплообмен излучением. Теплообмен между твердыми телами. Экраны.
27. Излучение газов. Излучение пламен. Теплообмен в топках парогенераторов.
28. Горючая смесь, продукты сгорания. Состав топлив.
29. Материальный баланс реакции горения. Теоретическое количество воздуха.
30. Материальный баланс реакции горения. Теоретическое количество продуктов сгорания. Коэффициент избытка воздуха.
31. Тепловой баланс реакции горения. Теплота сгорания топлива. Температура горения.
32. Скорость распространения пламени. Дефлаграционное и детонационное горение.
33. Концентрационные пределы воспламенения. Устойчивость пламен.

## 7. Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. Теплотехника. Учебник для вузов. Издательство: Высшая школа, 2006.
2. Панов В. К. Физические основы теплотехники. Часть 1. Термодинамика. Учебное пособие. Гриф УМО. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009, 206 с.

Дополнительная литература.

3. Панов В.К. Техническая термодинамика и теплопередача. Индивидуальные расчетные задания. Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007, 109 с.
4. Панов В.К. Теплотехника. Сборник методических указаний к лабораторным работам. Петр.-Камч., КамчатГТУ, 2006.
5. Сборник задач по технической термодинамике/ Т.Н. Андрианова и др. –4-е изд. –М.: Издательство МЭИ. 2000. - 354 с.
6. Панкратов Г. П. Сборник задач по теплотехнике: Учеб. пособие.— М.: Высш. Шк., 1995. — 238 с.
7. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. – М, Энергия, 1975.
8. Теплотехника: Методические рекомендации по изучению дисциплины для студентов инженерных специальностей и направлений очной и заочной форм обучения / В. К. Панов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2010. – 20 с.

## 8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

В рамках усвоения учебной дисциплины "физика" предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекционного типа;
- семинарского типа;
- групповые консультации;

- самостоятельная работа,

а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины; проверять термины и понятия с помощью словарей, энциклопедий, справочников с выписыванием толкований в тетрадь; обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, практическом занятии. Уделить внимание понятиям, которые обозначены обязательно для каждой темы дисциплины.

На учебных занятиях семинарского типа студенты выполняют проработку рабочей программы: пользуясь конспектом лекций, решают задачи.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине включает такие виды работы как:

1. изучение материалов, законспектированных в ходе лекции;
2. изучение литературы, проработка и конспектирование источников;
3. подготовка к публичному выступлению;
4. решение домашней контрольной работы (РГР).

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- Аудитория №2-314, столы, стулья, доска, мел в изобилии;
- Наглядные пособия для демонстрации: зажигалка газовая обычная, огнетушитель, шприц 100 мл, манометр демонстрационный чайник, термометр графин сталинский, вакуумный насос, цилиндр с поршнем (шприц), дифманометр, диаграмма  $i-s$  для воды.
- Экспериментальные установки для выполнения лабораторных работ.