

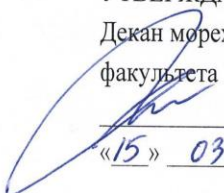
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«КАМЧАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КамчатГТУ»)

Факультет информационных технологий

Кафедра «Физика»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного  
факультета

 С. Ю. Труднев

«15» 03 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теплотехника»**

специальности

26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»  
(уровень специалитета)

специализация

«Эксплуатация судовых энергетических установок»

Петропавловск-Камчатский,  
2021

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО специальности (направления) 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок», графика учебного процесса и учебного плана ФГБОУ ВО КамчатГТУ

Составитель рабочей программы

\_\_\_\_\_ доцент \_\_\_\_\_



\_\_\_\_\_ В. К. Панов \_\_\_\_\_

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

Протокол № 8 от « 15 » марта 2021 года.

Зав.кафедрой  
« 15 » марта 2021 г.



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

# 1. ЦЕЛЬ 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

При изучении курса «Теплотехника» должны быть сформированы следующие компетенции:

- способность применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности (ОПК-2).

Планируемые результаты обучения при изучении физики, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, а также с установленными индикаторами достижения компетенций, представлены в таблице 1.

**Таблица 1.**

*Планируемые результаты обучения при изучении дисциплины, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций и планируемыми результатами освоения образовательной программы*

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемый результат обучения по дисциплине	Код показателя освоения	
ОПК-2 Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> : Знает основные законы естественных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	<b>Знать</b>		
		• законы термодинамики	З(ОПК-2)1	
		• уравнения состояния вещества и уравнения процессов	З(ОПК-2)2	
			• способы вычисления работы и тепла процесса	З(ОПК-2)3
	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> : Умеет применять основные законы естественных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности.	<b>Уметь</b>	• чётко выражать соответствующей естественнонаучной терминологией свои идеи, мысли и убеждения;	У(ОПК-2)1
		• использовать для решения прикладных задач соответствующий физико-математический аппарат;	У(ОПК-2)2	
		• применять базовые теоретические знания для решения задач в своей профессиональной деятельности;	У(ОПК-2)3	
		• использовать справочную литературу для определения теплофизических свойств различных веществ;	У(ОПК-2)4	
		• рассчитывать энергетические характеристики термодинамических процессов;	У(ОПК-2)5	
	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> : Владеет навыками применения основных законов естественных дисциплин, связанных в профессиональной деятельности.	<b>Владеть</b>		
• методами проведения расчётов теплопередачи		В(ОПК-2)1		
• техникой измерения теплотехнических величин		В(ОПК-2)2		
	• методами вычисления показателей энергетической эффективности прямых и обратных термодинамических циклов;	В(ОПК-2)3		

## МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Теплотехника является дисциплиной базовой части образовательной программы. Для изучения дисциплины «Теплотехника» используются знания, полученные студентами при изучении дисциплин «Физика», «Высшая математика», «Теоретическая механика». Знания по дисциплине «Теплотехника» используются при изучении таких специальных дисциплин как «Судовые котельные установки», «Судовые двигатели внутреннего сгорания» и других.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**Таблица 2.**

*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			
<b>Раздел 1. Термодинамика</b>	<b>86</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>10</b>	<b>30</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 1. Уравнение состояния идеального газа.	16	12	4	6	2	4	РЗ	
Тема 2. Первое начало термодинамики. Процессы в газах.	22	14	6	6	2	8	РЗ	
Тема 3. Смеси газов.	8	4	2	2		4	РЗ	
Тема 4. Газовые циклы.	24	16	6	6	4	8		
Тема 5. Фазовые переходы.	16	10	4	4	2	6	РЗ	
<b>Раздел 2. Теплопередача.</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 6. Теплообменные аппараты.	18	8	2	2	4	10	РЗ	
Тема 7. Теплообмен излучением.	14	6	2	2	2	8	РЗ	
<b>Раздел 3. Элементы теории горения.</b>	<b>26</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>0</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		
Экзамен	36							
<b>Всего</b>	<b>180</b>	<b>80</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>69</b>		

Для студентов заочной формы обучения содержание дисциплины аналогично.

**Таблица 3.**

*Содержание дисциплины. Заочная форма обучения.*

Раздел, тема учебного курса	Количество часов			
	лк	лб	пр	СРС
Раздел 1. Термодинамика				15
Введение. Основные понятия и определения. Уравнение состояния вещества.	2		2	
Первое начало термодинамики. Термодинамические процессы в идеальном газе.	2	2	2	30
Круговой процесс. Газовые циклы.				35
Реальные газы и пары.				30

Раздел 2. Теплопередача. Основные понятия. Механизмы переноса тепла. Теплопроводность.	2	2	2	20
Конвекция. Теплообмен излучением.				13
Раздел 3. Элементы теории горения.				12
Всего часов	6	4	6	155

## ОПИСАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПО РАЗДЕЛАМ И ТЕМАМ

### 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 пароконденсационной 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 пламен.

### **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].

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

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся

по дисциплине «Теплотехника» представлен в приложении к рабочей программе дисциплины и включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

#### *Экзаменационные вопросы.*

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 пламени. 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 пламён.

#### **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.

### **ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ»**

1. Библиотека Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/library> – Загл. с экрана.
2. Российское образование. Федеральный портал [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>
3. Федеральная ЭБС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – URL: <http://window.edu.ru>
4. Фонд содействия информатизации образования [Электронный ресурс]. – Электрон.дан. – Режим доступа: <http://www.centrfio.ru>
5. Электронная библиотека. Интернет-проект «Высшее образование». [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF\\_library\\_economic\\_finance.html](http://www.gaudeamus.omskcity.com/PDF_library_economic_finance.html)– Загл. с экрана.
6. Электронные каталоги АИБС MAPKSQL: «Книги», «Статьи», «Диссертации», «Учебно-методическая литература», «Авторефераты», «Депозитарный фонд». – URL: [http://www.vzfei.ru/rus/library/elect\\_lib.html](http://www.vzfei.ru/rus/library/elect_lib.html) .– Загл. с экрана.
7. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>
8. Электронно-библиотечная система «Буквоед»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

В рамках усвоения учебной дисциплины "теплотехника" предусмотрены следующие виды учебных занятий: лекционного типа; семинарского типа; лабораторные работы; 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; помечать 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 обязательными для каждой темы дисциплины.

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



На лабораторных работах студенты получают навыки чтения специальных текстов, организации проведения измерений различных величин, обработки результатов измерений, написания отчётов.

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. подготовка к лабораторным работам;
5. решение домашней контрольной работы (РГР).

В ходе освоения дисциплины "курс общей физики" студенты набирают максимально 100 баллов посредством выполнения предусмотренных видов учебно-познавательной деятельности.

### **ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

#### **Перечень информационных технологий, используемых в образовательном процессе:**

- электронные образовательные ресурсы, представленные в рабочей программе;
- использование слайд-презентаций;
- интерактивное общение с обучающимися и консультирование посредством ресурсов сети Интернет (общение на форумах, в социальных сетях, посредством электронной почты)

#### **Перечень программного обеспечения, используемого в образовательном процессе:**

- текстовые, табличные и графические редакторы пакета Microsoft Office;
- программы подготовки и просмотра презентаций;
- интернет-браузеры;
- почтовые клиенты (программы обмена электронной почтой);

### **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

В процессе освоения курса для проведения занятий лекционного типа, практических (семинарских) и/или лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, самостоятельной работы используется следующее материально-техническое обеспечение:

- учебная лаборатория 2-314 «Лаборатория теплотехники», оборудованная набором мебели ученической на 37 посадочных мест; установками для лабораторных работ и методическими материалами к соответствующим лабораторным работам.