

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


Факультет информационных технологий, экономики и управления

Кафедра «Физика и высшая математика»

УТВЕРЖДАЮ

Декан мореходного

факультета

 С. Ю. Груднев

«13» 03 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Техническая термодинамика и теплопередача»**

специальности

26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

(уровень специалитета)

специализация

«Эксплуатация судовых энергетических установок»

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 и высшая математика»  
(наименование кафедры)

Протокол № 10 от «03» марта 2022 года.

Зав.кафедрой  
«03» марта 2022 г.



А. И. Задорожный

## 1. Цели и задачи учебной дисциплины

Курс «Техническая термодинамика и теплопередача» 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-2 способность применять естественнонаучные и инженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности.	ИД-1 <sub>ОПК-2</sub> : Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	<b>знать:</b> законы термодинамики; уравнения состояния вещества и уравнения процессов; способы вычисления работы и тепла процесса.	З(ОПК-2)1 З(ОПК-2)2 З(ОПК-2)3
	ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> : Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности.	<b>уметь:</b> использовать справочную литературу для определения теплофизических свойств различных веществ; рассчитывать энергетические характеристики термодинамических процессов;	У(ОПК-2)1 У(ОПК-2)2
	ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> : Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности.	вычислять показатели энергетической эффективности термодинамических циклов; провести расчёт теплопередачи. <b>владеть:</b> техникой измерения теплотехнических величин.	У(ОПК-2)3 У(ОПК-2)4 В(ОПК-2)

## 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Изучаемая дисциплина относится к обязательной части в структуре образовательной программы.

Для изучения дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача» используются знания, полученные студентами при изучении дисциплин «Физика», «Высшая математика», «Теоретическая механика».

Знания по дисциплине «Техническая термодинамика и теплопередача» используются при изучении таких специальных дисциплин как «Судовые котельные установки», «Судовые двигатели внутреннего сгорания» и других.

**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>96</b>	<b>56</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>40</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 1. Уравнение состояния идеального газа.	22	12	4	8		10	РЗ	
Тема 2. Первое начало термодинамики. Процессы в газах.	18	12	4	8		6	РЗ	
Тема 3. Смеси газов.	8	4	2	2		4	РЗ	
Тема 4. Газовые циклы.	24	14	6	8		10		
Тема 5. Фазовые переходы.	24	14	6	8		10	РЗ	
<b>Раздел 2. Теплопередача.</b>	<b>48</b>	<b>19</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 6. Теплопроводность, конвекция.	23	9	4	5		14	РЗ	
Тема 7. Теплообмен излучением. Теплообменные аппараты.	25	10	4	6		15	РЗ	
Экзамен	36							36
<b>Всего</b>	<b>144</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>33</b>		

**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	25
Круговой процесс. Газовые циклы.	2		4	36
Реальные газы и пары.	2		2	30
Раздел 2. Теплопередача.				25
Основные понятия. Механизмы переноса тепла. Теплопроводность.	2		4	
Конвекция. Теплообмен излучением.				16
<b>Всего часов</b>	<b>10</b>		<b>14</b>	<b>147</b>

#### 4.1. Описание содержания дисциплины.

##### Дисциплинарный модуль 1

**Лекция 1.** Раздел 1. Термодинамика. Основные понятия и определения. Тепловой двигатель – преобразователь. Коэффициент преобразования – КПД. Рабочее тело. Молярная масса. Параметры состояния системы.

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

**Лекция 2.** Уравнение состояния вещества. Связь между параметрами состояния. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Уравнение для потока идеального газа. Диаграммы состояния. Идеальный газ как модель строения вещества.

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

Практическое занятие 3. Уравнение состояния идеального газа. Решение задач №№ 32, 34, 36, 37 из [5].

Практическое занятие 4. Уравнение состояния для потока идеального газа. Решение задач №№ 32, 34, 36 из [5].

**Лекция 3.** Первое начало термодинамики. Понятие работы в термодинамике. Внутренняя энергия – молекулярно-кинетические представления. Тепло – функция процесса. Правило знаков, размерность. Теплоемкость. Экспериментальное определение, физический смысл, размерность. Назначение, зависимость от температуры, от процесса.

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

**Лекция 4.** Термодинамические процессы в идеальном газе. Условия протекания, уравнения процессов, изображение в диаграммах, выражения для работы, тепла. Выводы из первого начала термодинамики для процессов. Процессы: изотермический, изохорный, изобарный, адиабатный, политропный. Факторы, влияющие на тип процесса.

Практическое занятие 6. Термодинамические процессы в идеальном газе: изотермический, изохорный, изобарный. Решение задач №№ 76, 78, 81, 83 из [5].

Практическое занятие 7. Термодинамические процессы в идеальном газе: адиабатный, политропный. Решение задач №№ 86, 90, 93, 95 из [5].

**Лекция 5.** Смеси идеальных газов. Условия применимости для смеси модели идеального газа. Состав и параметры состояния смеси. Молярная масса смеси. Уравнение состояния смеси и компонента в смеси. Теплоемкость смеси.

Практическое занятие 8. Уравнение состояния смеси и компонента в смеси. Решение задач №№ 47, 50, 58, 60 из [5].

**Лекция 6.** Круговой процесс. Круговой процесс – суть функционирования теплового двигателя. Работа цикла. Структурная схема теплового двигателя. Первое начало термодинамики для кругового процесса. Тепло цикла. КПД теплового двигателя. Прямой и обратный циклы. Цикл Карно.

Практическое занятие 9. Работа цикла. Тепло цикла. КПД цикла. Решение задач №№ 115, 116, 119 из [5].

**Лекция 7.** Газовые циклы. Двигатели внутреннего сгорания. Сравнительный термодинамический анализ циклов ДВС.

Практическое занятие 10. Цикл Отто. Решение задач №№ 127, 129, 130 из [5]. Практическое занятие 11. Цикл Дизеля. Сравнительный анализ циклов ДВС. Решение задач №№ 128, 131, 132 из [5].

**Лекция 8.** Обратные циклы. Назначение, принцип действия и основные характеристики компрессоров. Цикл реального компрессора. Коэффициент производительности. Многоступенчатое сжатие. Холодильная установка.

Практическое занятие 12. Холодильная установка. Холодильный коэффициент. задач №№ 167, 168, 171 из [5].

**Лекция 9.** Реальные газы и пары. Диапазон применимости модели идеального газа. Появление молекулярно-кинетических представлений. Опыты Эндрюса и выводы из них. Пограничная кривая. Теплота парообразования. Линия насыщения. Диаграммы процессов в реальном газе.

Практическое занятие 13. Пограничная кривая. Теплота парообразования. Линия насыщения. Решение задач №№ 203, 205, 201 из [5].

**Лекция 10.** Влажный пар, параметры состояния. Степень сухости. Определение термодинамических функций для влажного пара. Таблицы насыщения. Диаграммы T-s, i-s, lgp-i. Расчет процессов во влажном паре.

Практическое занятие 14. Процессы во влажном паре. Решение задач №№ 203, 205 из [5].

Практическое занятие 15. Процессы во влажном паре. Решение задач №№ 206, 207 из [5].

**Лекция 11.** Паросиловой цикл. Возможность реализации цикла Карно во влажном паре. Усовершенствования Ренкина.

Практическое занятие 16. Паросиловой цикл: расчёт КПД. Влияние параметров цикла на КПД цикла. Цикл Ренкина. Перегрев пара. Решение задач №№ 167, 169, 170 из [5].

## 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 12.** Раздел 2. Теплопередача. Основные понятия. Тепловой поток, плотность теплового потока, температурное поле, градиент температуры. Механизмы переноса тепла: теплопроводность, конвекция, тепловое излучение.

**Лекция 13.** Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Стационарная теплопроводность плоской, цилиндрической стенки. Термическое сопротивление. Многослойная стенка.

Практическое занятие 17. Теплопроводность в плоской стенке. Решение задач №№ 1-1, 1-3, 1-8, 1-10, 1-11, 1-13 из [4].

Практическое занятие 18. Теплопроводность цилиндрической однородной и многослойной стенки. Решение задач №№ 1-23, 1-25, 1-27 из [4].

**Лекция 14.** Конвекция. Описание процесса. Свободное и вынужденное движение. Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Пограничный слой. Факторы, влияющие на теплообмен. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Теплопередача. Интенсификация теплообмена. Теплообменные аппараты. Уравнение теплового баланса

Практическое занятие 19. Конвекция. Определение коэффициента теплоотдачи. Решение задач №№ 6-7, 6-8, 6-9 из [4].

Практическое занятие 20. Теплообмен излучением. Закон Стефана-Больцмана. Степень черноты. Решение задач №№ 10-2, 10-17, 10-18 из [4].

Практическое занятие 21. Теплообменные аппараты. Уравнение теплового баланса. Средний температурный напор. Расчет поверхности теплообмена. Решение задач №№ 12-1, 12-4, 12-6 из [4].

## 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 задания №6 из [3].

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

## 6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

1. Модель «идеальный газ». Свойства идеального газа.
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. I начало ТД. Круговой процесс.
4. Уравнения процессов в идеальном газе.
5. Термодинамические функции: энтальпия.
6. Теплоемкость: тела, удельная, средняя, истинная.
7. Связь между теплоемкостями.
8. Работа и КПД цикла. Прямой и обратный цикл.
9. Цикл Карно. КПД цикла Карно.
10. 2-е начало термодинамики.
11. Термодинамические функции: энтропия. T-S диаграмма.
12. Изображение на диаграммах состояния процессов в идеальном и реальном газе.
13. Процесс дросселирования.

14. Условия равновесия фаз.
15. Линия насыщения.
16. Область состояний «влажный пар». Параметры состояния влажного пара.
17. ТД функции влажного пара.
18. Индикаторная диаграмма сжатия газа в компрессоре.
19. Работа сжатия и техническая работа компрессора.
20. Многоступенчатое сжатие.
21. Цикл двигателей внутреннего сгорания.
22. Цикл холодильной установки.
23. Обратный круговой процесс. Холодильный коэффициент, холодопроизводительность.
24. Процессы в идеальном газе. Изотермический процесс.
25. Процессы в идеальном газе. Изобарный процесс.
26. Процессы в идеальном газе. Изохорный процесс.
27. Процессы в идеальном газе. Адиабатный процесс.
28. Процессы в идеальном газе. Политропный процесс.
29. Влажный пар. Степень сухости, теплота парообразования, термодинамические функции.
30. Механизмы переноса тепла и описывающие их законы.
31. Основные понятия: тепловой поток, плотность теплового потока, градиент температуры; коэффициенты: теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи.
32. Стационарная теплопроводность плоской стенки.
33. Теплопередача через плоскую стенку.
34. Понятие термического сопротивления и эквивалентной теплопроводности.
35. Характеристика свободного и вынужденного движения. Факторы, влияющие на теплообмен.
36. Понятие о теплообмене при свободной и вынужденной конвекции.

## 7. Рекомендуемая литература

1. Основная литература:
2. Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М. Теплотехника. Учебник для вузов. Издательство: Высшая школа, 2006.
3. 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. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. – М, Энергия, 1975.
5. Самойлов А. И. Сборник задач по термодинамическим процессам и процессам теплообмена. — М.: Лёгкая промышленность, 1984. - 144 с.
6. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е., Техническая термодинамика. - М.: Наука, 1979 г., - 512 с.
7. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. - М.: Энергоиздат, 1981 г., - 416 с.
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. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Библиотека Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/window/library> – Загл. с экрана.

Российское образование. Федеральный портал [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.edu.ru>

Федеральная ЭБС «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» – URL: <http://window.edu.ru>

4. Электронно-библиотечная система «eLibrary»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.elibrary.ru>

5. Электронно-библиотечная система «Буквояд»: [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://91.189.237.198:8778/poisk2.aspx>

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

В рамках усвоения учебной дисциплины "Техническая термодинамика и теплопередача" предусмотрены следующие виды учебных занятий:

- лекционного типа;
- семинарского типа;
- групповых консультаций;
- самостоятельной работы,

а также прохождение аттестационных испытаний промежуточной аттестации.

В ходе лекций студентам следует подготовить конспекты лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 удастся 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.

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).

## 10. Курсовой проект (Курсовая работа)

Курсовой проект или Курсовая работа не предусмотрены учебным планом образовательной программы.

## 11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

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);

Перечень информационно-справочных систем:

- ⊙ справочно-правовая система «Консультант-плюс» <http://www.consultant.ru/online>
- ⊙ справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru/online>
- ⊙ информационно-справочная система «Техэксперт» <http://docs.cntd.ru>
- ⊙ информационно-справочная система «NormaCS» <http://www.normacs.ru>

## 12. 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.