

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

«17» апреля 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**«Теплотехника»**

специальности

26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»  
(уровень специалитета)

специализация

«Эксплуатация судовых энергетических установок»

Петропавловск-Камчатский,  
2019

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  
(должность, учёное звание, степень)

  
(подпись)

Панов В.К.  
(Ф.И.О.)

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

«Физика»  
(наименование кафедры)

Протокол № 9 от « 15 » апреля 2019 года.

И.о. зав.кафедрой

« 15 » апреля 2019 г.



Ю.Н. Тараникова

### 1. Цели и задачи учебной дисциплины, ее место в учебном процессе.

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 компетенции	Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	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. <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. <b>владеть:</b> техникой измерения теплотехнических величин.	З(ОПК-2)1
		ИД-3 <sub>ОПК-2</sub> : Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности.		З(ОПК-2)2
		ИД-2 <sub>ОПК-2</sub> : Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности.		З(ОПК-2)3
				У(ОПК-2)1
				У(ОПК-2)2
				У(ОПК-2)3
				У(ОПК-2)4
				В(ОПК-2)

### 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	(практические занятия)	рабочие			
Раздел 1. Термодинамика	60	42	16	18	8	18	Расчётно-графическая работа	
Тема 1. Уравнение состояния идеального газа.	11	7	2	3	2	4	РЗ	
Тема 2. Первое начало термодинамики. Процессы в газах.	13	9	4	3	2	4	РЗ	

Тема 3. Смеси газов.	12	8	2	6		4	РЗ	
Тема 4. Газовые циклы.	13	9	4	3	2	4		
Тема 5. Фазовые переходы.	11	9	4	3	2	2	РЗ	
<b>Раздел 2. Теплопередача.</b>	<b>47</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>24</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 6. Теплообменные аппараты.	16	12	4	4	4	4	РЗ	
Тема 7. Теплообмен излучением.	15	11	4	4	3	4	РЗ	
<b>Раздел 3. Элементы теории горения.</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	Расчётно-графическая работа	
Тема 8. Материальный баланс.	8	4	2	2		4	РЗ	
Тема 9. Тепловой баланс.	8	4	2	2		4	РЗ	
Тема 10. Распространение и устойчивость пламени.	6	2	2			4		
Экзамен	27							
Всего	<b>144</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>42</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	1	1	18
Первое начало термодинамики. Термодинамические процессы в идеальном газе.	2	1	1	18
Круговой процесс. Газовые циклы.				18
Реальные газы и пары.		1	1	18
Раздел 2. Теплопередача. Основные понятия. Механизмы переноса тепла. Теплопроводность.	2	1	1	18
Конвекция. Теплообмен излучением.				20
Раздел 3. Элементы теории горения.				20
Всего часов	6	4	4	130

## 5. Описание содержания дисциплины.

### 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, lgr-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. Расчет 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. Расчет 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 расчетно-графических заданий №6 из [3].

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

### **6. Фонд оценочных средств 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 пламён.

## 7. Рекомендуемая литература

### 7.1 Основная литература:

1. Панов В. К. Физические основы теплотехники. Часть 1. Термодинамика. Учебное пособие. Гриф УМО. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2009, 206 с. – 73 экз.

### 7.2 Дополнительная литература.

2. Панов В.К. Техническая термодинамика и теплопередача. Индивидуальные расчетные задания. Учебное пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2007, 109 с. – 63 экз.
3. Панов В.К. Теплотехника. Сборник методических указаний к лабораторным работам. Петр.-Камч., КамчатГТУ, 2006. – 42 экз.
4. Сборник задач по технической термодинамике/ Т.Н. Андрианова и др. –4-е изд. –М.: Издательство МЭИ. 2006. - 354 с. – 1 экз.
5. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. – М, Энергия, 1980. -15 экз.

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

В рамках усвоения учебной дисциплины "теплофизика" 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.

## **6. Курсовой проект**

Курсовой проект не предусмотрен.

## **7. 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.



Дополнения и изменения в рабочей программе за \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ учебный год

В рабочую программу \_\_\_\_\_ теплотехника \_\_\_\_\_  
(наименование дисциплины)

для специальности (тей) \_\_\_\_\_ 180405.65 «Эксплуатация судовых энергетических установок» \_\_\_\_\_  
(номер специальности)

вносятся следующие дополнения и изменения:

Дополнения и изменения внёс \_\_\_\_\_  
(должность, Ф.И.О., подпись)

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_  
(наименование кафедры)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200 \_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
(подпись) (Ф.И.О.)