



*Федеральное агентство по рыболовству  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Астраханский государственный технический университет»  
Обособленное структурное подразделение «Волго-Каспийский морской  
рыбопромышленный колледж» федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения высшего образования  
«Астраханский государственный технический университет»  
Система менеджмента качества в области образования и воспитания сертифицирована DQS  
по международному стандарту ISO 9001:2015*

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

учебной дисциплины

**ОП.07 Техническая термодинамика и теплопередача**

для специальности

**26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических  
установок  
(углубленная подготовка)**



## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Паспорт рабочей программы учебной дисциплины	4
2. Структура и содержание учебной дисциплины	7
3. Условия реализации учебной дисциплины	19
4. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	20

# 1. Паспорт рабочей программы учебной дисциплины

## Техническая термодинамика и теплопередача

### 1.1. Область применения рабочей программы

Рабочая программа учебной дисциплины является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности СПО **26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок** (углубленная подготовка).

Рабочая программа учебной дисциплины может быть использована в дополнительном профессиональном образовании (в программах повышения квалификации и переподготовки) и профессиональной подготовке по профессиям рабочих: моторист судовой, рефрижераторный машинист.

### 1.2. Место учебной дисциплины в структуре программы подготовки специалистов среднего звена: общепрофессиональная дисциплина профессионального цикла (ОП.07).

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

Основной **целью** данной программы является освоение обучающимися теоретических знаний в области технической термодинамики и теплопередачи с целью дальнейшего применения в практической деятельности, достижения более высокого уровня компетенции по данной дисциплине в соответствии с требованиями Международной Конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года с поправками (МК ПДНВ-78), таблица А-III/1 «Спецификация минимальных требований к компетентности старших и вторых механиков судов с мощностью главной двигательной установки 3000 кВт и более», формирование готовности и способности к выполнению профессиональных обязанностей по специальности 26.02.05 Эксплуатация судовых энергетических установок.

**Задачи** обучения дисциплины:

- приобретение умений по применению теоретических знаний по дисциплине в практической деятельности;
- формирование практических навыков анализа термодинамических параметров и грамотной технической оценки работы судовых механизмов силовой установки с целью снижения затрат и повышения их эффективности;
- формирование профессиональных компетенций в части управления судовой энергетической установкой в соответствии с требованиями МК ПДНВ-78.

Рабочая программа учебной дисциплины Техническая термодинамика и теплопередача направлена на освоение умений и знаний, необходимых для развития общих компетенций ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес, ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество, ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность, ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития, ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности, ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями, ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий, ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации, ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности, ОК 10. Владеть письменной и устной коммуникацией

на государственном и иностранном языке, формирование профессиональных компетенций согласно **ФГОС СПО**: ПК 1.1 Обеспечивать техническую эксплуатацию главных энергетических установок судна, вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления. ПК 1.2. Осуществлять контроль выполнения национальных и международных требований по эксплуатации судна. ПК 1.3. Выполнять техническое обслуживание и ремонт судового оборудования. ПК 1.4. Выполнять техническое обслуживание и ремонт судового оборудования. ПК 1.5. Осуществлять эксплуатацию судовых технических средств, в соответствии с установленными правилами и процедурами, обеспечивающими безопасность операций и отсутствие загрязнения окружающей среды. ПК 3.1. Планировать работу структурного подразделения; ПК 3.3. Анализировать процесс и результаты деятельности структурного подразделения, а также формирование компетенций согласно **МК ПДНВ**: Таблица А-III/1 Спецификация минимального стандарта компетентности для вахтенных механиков. Функция 1: Судовые механические установки на уровне эксплуатации: К1.1 Несение безопасной машинной вахты: К1.4 Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления. Функция 4: Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации К 4.1. Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен согласно **ФГОС СПО** уметь:

- применять специальную терминологию;
- пользоваться нормативно-технической и справочной литературой;
- определять параметры состояния рабочих тел;
- читать и анализировать цикловые диаграммы в координатах P-v, T-s и i-s;
- работать с таблицами состояния водяного пара;
- рассчитывать термический КПД двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паросиловых установок, холодильных машин;
- выполнять термодинамический расчёт теплоэнергетических устройств и двигателей.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен согласно **ФГОС СПО** знать:

- параметры состояния рабочих тел и свойства газов и паров;
- приборы для измерения давления и температуры;
- основные термодинамические процессы и их изображение на диаграммах P-v, T-s и i-s;
- устройство и принцип действия компрессоров, ДВС, ГТУ, ПСУ и холодильных машин;
- общие законы статики и динамики жидкостей и газов;
- основные понятия теории теплообмена;
- законы термодинамики;
- характеристики топлив.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен согласно **МК ПДНВ** знать, понимать и иметь профессиональные навыки:

**Таблица А-III/1 Спецификация минимального стандарта компетентности для вахтенных механиков**

**Функция 1: Судовые механические установки на уровне эксплуатации:**

1.1 Несение безопасной машинной вахты

глубокое знание основных принципов несения машинной вахты, включая:

.1 ведение машинного журнала и значение снимаемых показаний приборов

1.4 Эксплуатация главных установок и вспомогательных механизмов и связанных с ними систем управления

основные принципы конструкции и работы механических систем, включая:

.1 судовой дизель

- .2 судовую паровую турбину
- .3 судовую газовую турбину
- .4 судовой котёл
- .5 другие вспомогательные установки, включая различные насосы, воздушный компрессор, сепаратор, генератор питьевой воды, теплообменник, холодильные установки, системы кондиционирования воздуха и вентиляции

#### **Функция 4: Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации**

##### **4.1. Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения**

знание, понимание и профессиональные навыки:

###### **Предотвращение загрязнения морской среды:**

- ✓ знание мер предосторожности, которые необходимо предпринимать для предотвращения загрязнения морской среды
- ✓ меры по борьбе с загрязнением и всё связанное с этим оборудование

##### **1.4. Запланированное количество часов на освоение программы дисциплины:**

максимальной учебной нагрузки обучающегося -173 часа, в том числе:

обязательной аудиторной учебной нагрузки обучающегося -116 часов;

практических занятий обучающегося- 16 часов;

лабораторных работ обучающегося -16 часов;

контрольной работы обучающегося – 4 часа;

самостоятельной работы обучающегося -50 часов;

консультации – 7 часов.

## 2. Структура и содержание учебной дисциплины

### 2.1. Объем учебной дисциплины и виды учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Объем часов</b>
<b>Объем образовательной программы учебной дисциплины</b>	126
<b>Всего, в т. ч.</b>	110
теоретическое обучение	78
практические занятия	16
лабораторные работы	16
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>2</b>
<b>Консультация</b>	<b>2</b>
<b>Промежуточная аттестация - в форме экзамена</b>	12

## 2.2. Тематический план и содержание учебной дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача»

Наименование разделов и тем	Содержание учебного материала и формы организации деятельности обучающихся	Объем в часах	Коды компетенций, формированию которых способствует элемент программы
1	2	3	4
<b>Раздел 1. Основные параметры состояния. Общие законы статики и динамики идеальных газов</b>		<b>16</b>	
<b>Тема 1.1. Введение.</b> Основы молекулярно-кинетической теории. Понятие теплового двигателя и рабочего тела	<b>Содержание учебного материала:</b> Значение теплотехники и термодинамики при подготовке морских специалистов. История и тенденции развития. Материя и энергия. Агрегатные состояния вещества (твёрдое, жидкое, газообразное, плазма, конденсат Бозе- Эйнштейна). Фазовые переходы Понятие теплового двигателя. Рабочее тело и его основные физические величины. Масса, сила тяжести, вес, количество вещества, молярная масса и молярный объём. Определение, математическое выражение и единицы измерения	<b>4</b> 2 2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
<b>Тема 1.2. Основные параметры состояния рабочего тела</b>	<b>Содержание учебного материала:</b> Параметры состояния рабочего тела. Удельный объем, плотность и соотношение между ними. Математическое выражение и единицы измерения. Температура и температурные шкалы. Соотношение между шкалами Цельсия и Кельвина. Способы и средства измерения температуры Давление. Определение. Единицы измерения. Конвертация единиц измерения. Способы и средства измерения давления	<b>4</b> 2 2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
1	2	3	4
<b>Тема 1.3. Законы</b>	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>4</b>	



идеальных газов	Понятие идеального газа. Законы идеальных газов. Закон Бойля-Мариотта, Гей-Люссака и Шарля. Формулировка, математическое выражение и физический смысл. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Клайперона). Удельная газовая постоянная, её математическое выражение, размерность и физический смысл. Универсальная газовая постоянная, её математическое выражение, размерность и физический смысл. Расчёт удельной газовой постоянной	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1
	<b>Практическое занятие №1</b> Решение задач на основные газовые законы	2	ЛР 14
<b>Тема 1.4.</b> Газовые смеси	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>2</b>	
	Чистые вещества и смеси. Понятие компонента. Практическая значимость определения концентрации компонентов смеси. Закон Дальтона и его положения	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
<b>Тема 1.5.</b> Теплоёмкость газов	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>2</b>	
	Понятие о теплоёмкости. Истинная, средняя и удельная теплоёмкости. Массовая, молярная и объёмная теплоёмкости. Изобарная и изохорная теплоёмкости. Показатель адиабаты $k$ . Формулы определения количества теплоты в изохорном и изобарном термодинамических процессах. Способы определения средних теплоёмкостей в пределах заданных температур	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Раздел 2. Законы термодинамики</b>		<b>26</b>	
<b>Тема 2.1.</b> Первый закон термодинамики	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>4</b>	
	Формулировка первого закона термодинамики. Математическое выражение. Диаграмма $P-v$ и её основное свойство. Работа изменение объёма, её математическое выражение и графическая интерпретация. Работа изменения давления, её математическое выражение и графическая интерпретация. Внутренняя энергия как параметр состояния рабочего тела.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04,

	Вечный двигатель 1-го рода и математическое доказательство невозможности его работы		ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
	Закон Джоуля. Уравнение изменения внутренней энергии рабочего тела. Связь между работой изменения объёма и работой изменения давления. Энтальпия как параметр состояния рабочего тела	2	
<b>Тема 2.2. Термодинамические процессы газов</b>	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>16</b>	
	Понятие о термодинамическом процессе. Обратимые и необратимые, равновесные и неравновесные термодинамические процессы. Изохорный процесс. Определение, условия протекания. Зависимость между параметрами состояния. Изображение линии процесса в координатах P-v. Формулы изменения внутренней энергии, работы изменения объёма и давления, теплоты, уравнение первого закона термодинамики	2	
	Изобарный процесс. Определение, условия протекания. Зависимость между параметрами состояния. Изображение линии процесса в координатах P-v. Формулы изменения внутренней энергии, работы изменения объёма и давления, теплоты. Уравнение первого закона термодинамики в изобарном процессе через энтальпию. Физический смысл удельной и универсальной газовых постоянных в изобарном процессе.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
	Изотермический процесс. Определение, условия протекания. Зависимость между параметрами состояния. Графический способ построения изотерм сжатия и расширения. Формулы изменения внутренней энергии, работы изменения объёма и давления, теплоты. Уравнение первого закона термодинамики для изотермического процесса. Связь между теплотой, работой изменения объёма и работой изменения давления	2	
	Адиабатный процесс. Определение и условия протекания. Зависимость между параметрами состояния. Формулы изменения внутренней энергии, работы изменения объёма и давления, теплоты, уравнение первого закона термодинамики. Политропные процессы. Анализ показателя политропы. Взаимное графическое изображение термодинамических процессов на диаграмме P-v	2	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	<b>Лабораторные работы</b>	<b>8</b>	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
	<b>Лабораторная работа № 1,2,3,4</b>		
	Лабораторная работа № 1. Исследование изохорного процесса	2	
	Лабораторная работа № 2. Исследование изобарного процесса	2	
	Лабораторная работа № 3. Исследование изотермического процесса	2	
	Лабораторная работа № 4. Исследование адиабатного процесса	2	
<b>Тема 2.3. Второй закон термоди-</b>	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>4</b>	
	Формулировки второго закона термодинамики. Понятия теплоотдатчика и теплоприёмни-	2	ОК 01,

намики	ка. Вечный двигатель второго рода. Понятие кругового процесса (цикла). Прямые и обратные циклы. Прямой цикл теплового двигателя. Работа расширения, работа сжатия, полезная работа прямого цикла и её графическое изображение на диаграмме P-v. Уравнение 2-го закона термодинамики для прямого цикла. Термический КПД прямого цикла		ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
	Обратный цикл холодильной установки. Работа сжатия, работа расширения, затраченная работа обратного цикла и её графическое изображение на диаграмме P-v. Холодильный коэффициент обратного цикла	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
<b>Тема 2.4. Энтропия</b>	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>2</b>	
	Понятие об энтропии. Определение, формула и единицы измерения энтропии. Аналитическое выражение изменения энтропии в различных термодинамических процессах. Диаграмма T-s и её основное свойство. Графическое изображение термодинамических процессов на диаграмме T-s. Прямые и обратные циклы на диаграмме T-s	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ПК1.1 ЛР 14
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Раздел 3. Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания и газотурбинных установок</b>		<b>18</b>	
<b>Тема 3.1. Цикл Карно</b>	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>6</b>	
	Значение цикла Карно в теплотехнике. Прямой цикл Карно и его изображение на диаграмме. Термический КПД прямого цикла Карно и его анализ. Обратный цикл Карно и его изображение на диаграмме P-v. Холодильный коэффициент обратного цикла Карно и его анализ. Прямой и обратный циклы Карно на диаграмме. Графическое определение подведённой и отведённой теплоты, полезной и затраченной работы, термического КПД и холодильного коэффициента. Методика термодинамического расчёта прямого цикла Карно	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06,

	<b>Практические занятия</b>	4	ЛР 14
	<b>Практическое занятие № 2.</b> Расчёт прямого цикла Карно	2	
	<b>Практическое занятие №3.</b> Расчёт обратного цикла Карно	2	
<b>Тема 3.2.</b> Термодинамические циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС)	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>8</b>	
	Определение ДВС. Понятие рабочего цикла ДВС. Реальные и идеальные циклы. Индикаторная диаграмма. Индикаторная работа, индикаторное давление и индикаторная мощность. Устройство и принцип действия 4-х тактного ДВС и его индикаторная диаграмма. Всасывание, сжатие, горение и догорание топлива, рабочий ход и выпуск. Устройство и принцип действия 2-х тактного ДВС и его индикаторная диаграмма. Принцип работы дизеля. Термодинамический цикл ДВС со смешанным подводом теплоты. Основные характеристики цикла: степень сжатия, степень повышения давления и степень предварительного расширения. Вывод термического КПД цикла и его анализ	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Термодинамический цикл ДВС с изохорным подводом теплоты. Основные характеристики цикла. Вывод термического КПД цикла и его анализ. Термодинамический цикл ДВС с изобарным подводом теплоты. Основные характеристики цикла. Вывод термического КПД цикла и его анализ. Графическое изображение циклов в координатах P-v и T-s. Графическое определение работы расширения, сжатия и полезной работы циклов по диаграмме P-v. Методика расчёта циклов ДВС	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
	<b>Лабораторная работа № 5.</b> Сравнительный анализ работы 2-х тактных и 4-х тактных двигателей.	2	
	<b>Практическое занятие № 4.</b> Расчёт термодинамического цикла двигателя внутреннего сгорания (ДВС)	2	
<b>Тема 3.3.</b> Термодинамические циклы газотурбинных установок (ГТУ)	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>4</b>	
	Устройство и принцип действия ГТУ непрерывного горения. Термодинамический цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты. Термодинамический цикл ГТУ с изохорным подводом теплоты. Основные характеристики и термический КПД цикла. Графическое изображение циклов в координатах P-v и T-s. Графическое определение работы расширения, сжатия и полезной работы циклов по диаграмме P-v. Графическое определение подведённой и отведённой теплоты и полезной работы циклов по диаграмме T-s. Методика расчёта циклов ГТУ. Область применения и перспектива развития ГТУ	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
	<b>Практическое занятие № 5.</b> Расчёт термодинамического цикла газотурбинных установок (ГТУ)	2	
<b>Раздел 4. Циклы паросиловых и</b>		<b>26</b>	

ХОЛОДИЛЬНЫХ УСТАНОВОК			
Тема 4.1. Водяной пар	<b>Содержание учебного материала:</b>	6	
	Способы получения водяного пара. Испарение и кипение. Процесс парообразования при постоянном давлении. Насыщенный, влажный, сухой и перегретый пар. Степень сухости. Температура перегрева. Пограничные кривые процесса парообразования в координатах. Линии жидкости при температуре кипения и сухого насыщенного пара. Области жидкости, влажного насыщенного и перегретого пара. Критические параметры пара. Основные параметры состояния жидкости, влажного насыщенного, сухого и перегретого пара. Удельная энтальпия, теплота парообразования и удельная энтропия. Таблицы жидкости,	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
1	2	3	4
	влажного насыщенного, сухого насыщенного и перегретого пара		ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
	Процесс парообразования при постоянном давлении на диаграмме. Линии постоянных давлений и температур. Графическое определение удельной энтальпии кипящей жидкости, влажного насыщенного, сухого насыщенного и перегретого пара, удельной теплоты парообразования. Процесс парообразования при постоянном давлении на диаграмме $i-s$ . Пограничные кривые постоянных степеней сухости и линии постоянных давлений, температур и удельных объемов. Определение параметров состояния водяного пара по диаграмме $i-s$	2	
	<b>Лабораторная работа №6.</b> Определение параметров состояния водяного пара	2	
Тема 4.2. Истечение газов и жидкостей	<b>Содержание учебного материала:</b>	2	
	Понятия теории истечения. Истечение газов через суживающееся сопло. Удельная работа изменения давления, скорость истечения и массовый расход газа. Критическое отношение давлений, коэффициент $\beta$ . Критическая скорость истечения, коэффициент $\alpha$ . Максимальный массовый расход газа, коэффициент $\varphi$ . Сопло Лавалья. Область применения. Скорость потока. Истечение газов и жидкостей через диффузоры. Обратное сопло Лавалья. Изменение скорости потока. Область применения. Дросселирование газов и жидкостей. Уравнение первого закона термодинамики для процесса дросселирования. Изоэнтальпия. Графическое изображение процесса дросселирования в координатах $P-v$ , $T-s$ и $i-s$	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
Тема 4.3. Термодинамические циклы паросиловых установок (ПСУ)	<b>Содержание учебного материала:</b>	8	
	Схема, устройство и принцип действия паросиловой установки. Цикл Карно ПСУ в координатах $P-v$ , $T-s$ и $i-s$ . Термический КПД, удельная работа и удельный расход пара. Цикл Ренкина в координатах $P-v$ , $T-s$ и $i-s$ . Адиабатный перепад теплоты, удельная работа и термический КПД	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04,
Пути повышения эффективности цикла Ренкина: повышение начального давления, понижение противодавления, перегрев пара. Графический анализ повышения эффективности	2	ОК 05, ОК 06,	

	цикла Ренкина на диаграммах P-v, T-s и i-s		ЛР 14
	<b>Лабораторные работы</b>	4	
	<b>Лабораторная работа № 7.</b> Определение КПД паросиловой установки, работающей по циклу Ренкина	2	
	<b>Лабораторная работа № 8.</b> Исследование путей повышения эффективности цикла Ренкина	2	
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Тема 4.4.</b> Термодинамические циклы холодильных установок	<b>Содержание учебного материала:</b>	10	
	Принципы получения «холода». Понятие о хладагентах. Требования, предъявляемые к хладагентам. Определение, назначение, устройство и классификация компрессоров. Понятие идеального компрессора. Индикаторные диаграммы компрессоров	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03,
	Принципиальная схема и цикл холодильной установки. Термодинамические циклы с «влажным» и «сухим» ходом компрессора. Схема, устройство и принцип действия холодильной компрессорной установки с переохлаждением хладагента. Термодинамический цикл в координатах T-s и i-s. Термодинамический цикл холодильной компрессорной установки с перегревом паров хладагента в координатах T-s и i-s.. Холодильный коэффициент	2	ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
	Схема и цикл аммиачной холодильной машины. Изображение цикла в координатах T-s и i-s. Холодильный коэффициент	2	
	Схема и цикл хладоновой холодильной машины. Изображение цикла в координатах T-s и i-s. Холодильный коэффициент	2	
	<b>Контрольная работа №1</b> по разделам 1,2,3,4	2	
<b>Раздел 5. Основные понятия теории теплообмена</b>		<b>24</b>	
<b>Тема 5.1.</b> Общие понятия теплообмена	<b>Содержание учебного материала:</b>	2	
	Понятие теплообмена. Скорость передачи теплоты. Стационарный и нестационарный теплообмен. Способы теплообмена: теплопроводность, конвекция и излучение. Простой и сложный теплообмен. Частные случаи теплообмена: теплоотдача и теплопередача. Теплообмен в реальном судовом оборудовании: паровых котлах, водоопреснительных и холодильных установках, различных теплообменных аппаратах (водо- и масло- холодильниках, топливоподогревателях, пароперегревателях и т.п.). Основные физические величины, характеризующие процессы теплообмена: поверхность теплообмена, время, тепловой поток, температурный напор, поверхностная плотность теплового потока и т.п	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14

<b>Тема 5.2.</b> Теплопроводность	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>2</b>	
	Понятие теплопроводности. Способы передачи тепла теплопроводностью в твёрдых, жидких и газообразных телах. График падения температур в координатах $t$ - $\delta$ . Уравнение теплового потока. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Единицы измерения. Изоляционные материалы. Теплопроводность однослойной плоской стенки. Поверхностная плотность теплового потока и термическое сопротивление стенки. Единицы измерения.	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05,
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Теплопроводность многослойной плоской стенки. Уравнение теплового баланса. Поверхностная плотность теплового потока и общее термическое сопротивление многослойной стенки. Эквивалентный коэффициент теплопроводности		ОК 06, ЛР 14
<b>Тема 5.3.</b> Конвективный теплообмен	<b>Содержание учебного материала:</b>	4	
	Конвективный теплообмен. Свободная и вынужденная конвекция. Теплоотдача. Уравнение Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. Единицы измерения. Факторы, влияющие на коэффициент теплоотдачи. Режимы течения потока жидкостей и газов: ламинарный, турбулентный, переходный. Теория подобия процессов конвективного теплообмена. Критерии (числа) подобия: Нуссельта, Рейнольдса, Прандтля, Пекле, Грасгофа, Архимеда и Эйлера. Определяющие и определяемые числа подобия. Обобщённое уравнение подобия. Частные случаи конвективного теплообмена	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
	<b>Практическое занятие № 6</b> Определение параметров конвективного теплообмена	2	
		2	
<b>Тема 5.4.</b> Теплопередача	<b>Содержание учебного материала:</b>	4	
	Теплопередача. Способы теплообмена при теплопередаче. Теплообмен через разделяющую стенку. График падения температур и участки (этапы) теплообмена. Уравнения теплового потока на различных участках теплообмена при теплопередаче (уравнения Ньютона - Рихмана и Фурье). Коэффициенты теплоотдачи и теплопроводности. Местные термические сопротивления. Общее уравнение теплового потока (уравнение теплопередачи). Общее термическое сопротивление. Коэффициент теплопередачи и его единицы измерения. Поверхностная плотность теплового потока. Определение температур поверхностей стенки	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
	<b>Практическое занятие № 7.</b> Определение параметров теплопередачи в многослойной плоской стенке	2	
<b>Тема 5.5.</b> Теплооб-	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>8</b>	

мен излучением	Физические процессы теплообмена излучением. Тепловое излучение и поглощение. Двойное превращение энергии при лучистом теплообмене. Тепловой поток излучения. Поверхностная плотность теплового потока излучения. Излучательная и поглощательная способность тел. Интенсивность (сила) излучения. Длина волны и частота излучения. Спектр излучения. Единицы измерения. Уравнение теплового баланса излучения. Коэффициенты поглощения, отражения и пропускания. Частные случаи уравнения теплового баланса излучения. Абсолютно чёрные, белые и прозрачные (диатермичные) тела. Диффузное и зеркальное отражение. Зеркальные и серые тела. Спектральная излучательная способность тел	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03, ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
	Основные законы теплового излучения. Законы Планка, Стефана-Больцмана и Вина. Определение и математическое выражение. Коэффициент излучения серого и чёрного тела. Излучение газов и паров	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03,
	Виды топлива и его характеристики. Вязкость, температура вспышки, температура воспламенения, температура застывания. Горение топлива и контроль за ним	2	ОК 04, ОК 05,
	<b>Практическое занятие № 8.</b> Определение параметров лучистого теплообмена	2	ОК 06, ЛР 14
<b>Тема 5.6.</b> Теплообменные аппараты	<b>Содержание учебного материала:</b>	<b>4</b>	
	Определение и классификация теплообменных аппаратов. Устройство теплообменных аппаратов. Основные схемы движения теплоносителей: прямоток, противоток и перекрёстный ток. Многоходовые схемы	2	ОК 01, ОК 02, ОК 03,
	Задачи теплового расчёта теплообменных аппаратов. Схемы теплообменных аппаратов, применяемые на судах.	2	ОК 04, ОК 05, ОК 06, ЛР 14
	<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>2</b>	
	<b>Консультации</b>	<b>2</b>	
	<b>Экзамен</b>	<b>12</b>	
	<b>Всего</b>	<b>126</b>	



### 3. Условия реализации программы учебной дисциплины

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

Реализация программы учебной дисциплины осуществляется в учебном кабинете кабинет технической термодинамики и теплопередачи

Оборудование учебного кабинета:

- посадочные места по количеству обучающихся;
- рабочее место преподавателя;
- аудиторная доска: меловая;
- плакаты,
- методическое обеспечение дисциплины.

**Технические средства обучения:** мультимедийный проектор с экраном, ноутбук, стенды: «Автоматика судовой холодильной установки», «Современные скороморозильные аппараты», компрессоры, малая хладоновая холодильная установка, детали компрессоров, установка «Капелька», лаборатории «Информатики» и «Информатики и информационных технологий профессиональной деятельности».

#### 3.2. Информационное обеспечение обучения

**Перечень рекомендуемых учебных изданий, Интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

##### **Основные источники:**

1. Бухарова Г.Д. Молекулярная физика и термодинамика. Учебное пособие для бакалавриата. Москва Юрайт 2017 год – 306 стр.
2. Ерофеев В.Л., Пряхин А.С., Семенов П.Д. Теплотехника. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена. Учебник для ВУЗов. Москва Юрайт 2021 год – 308 стр.
3. Кудинов В.А, Карташов Э.М. Омефанюк Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача. 3-е издание испр и доп. Учебник для бакалавриата. 2017 год - 305 стр.

##### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://www.xumuk.ru/teplotehnnika/> - Курс лекций по теплотехнике.
2. [http://www.camchatgtu.ru/info/Электронные издания - Техническая термодинамика и теплопередача.](http://www.camchatgtu.ru/info/Электронные_издания_-_Техническая_термодинамика_и_теплопередача.)
3. <http://03-ts.ru> Электронные ресурсы «Теоретические основы теплотехники».

#### 3.3.6 Активные и интерактивные методы, применяемые при обучении дисциплины.

Проблемные лекции и групповая работа с иллюстрационным материалом для раздела 1. Законы идеальных газов и основные параметры состояния. Интерактивные лекции и работа с наглядным пособием, обсуждение видео для раздела 2. Законы термодинамики. Разрешение проблем и мозговой штурм для раздела 3. Циклы компрессорных машин и тепловых двигателей. Обсуждение сложных и дискуссионных проблем, проектный метод для раздела 4. Циклы паросиловых и холодильных установок. Творческие задания, работа в малых группах, презентации для раздела 5. Основные понятия теории теплообмена.

#### 4. Контроль и оценка результатов освоения дисциплины

**Контроль и оценка** результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ, тестирования, а также выполнения обучающимися индивидуальных заданий, исследований, самостоятельных и контрольных работ, устного опроса

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
<b>Умения:</b>	
применять специальную терминологию	устный опрос, самостоятельная работа
пользоваться нормативно-технической и справочной литературой	лабораторная работа, практическое занятие, самостоятельная работа
определять параметры состояния рабочих тел	лабораторная работа, практическое занятие, контрольная работа, самостоятельная работа
читать и анализировать цикловые диаграммы в координатах P-v, T-s и i-s	лабораторная работа, практическое занятие, устный опрос, компьютерное тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа
работать с таблицами состояния водяного пара	лабораторная работа, практическое занятие, контрольная работа, самостоятельная работа
рассчитывать термический КПД двигателей внутреннего сгорания, газотурбинных и паросиловых установок, холодильных машин	лабораторная работа, практическое занятие, самостоятельная работа
выполнять термодинамические расчеты теплоэнергетических устройств и двигателей	лабораторная работа, практическое занятие, самостоятельная работа
<b>Знания:</b>	
параметры состояния рабочих тел и свойства газов и паров	устный опрос, компьютерное тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа
приборы для измерения давления и температуры	устный опрос, компьютерное тестирование, самостоятельная работа
законы термодинамики	устный опрос, компьютерное тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа
характеристики топлив	устный опрос, компьютерное тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа
общие законы статики и динамики жидкостей и газов	устный опрос, компьютерное тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа
основные термодинамические процессы и их изображение на диаграммах P-v, T-s и i-s	устный опрос, компьютерное тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа
устройство и принцип действия компрессоров, ДВС, ГТУ, ПСУ и холодильных машин	устный опрос, компьютерное тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа
основные понятия теории теплообмена	устный опрос, компьютерное тестирование, контрольная работа, самостоятельная работа

#### Критерии оценки индивидуальных образовательных достижений по результатам текущего и промежуточного контроля

*Без ошибок - отлично*

*Не более 2х неточностей/ошибок - хорошо*

*3-4 незначительные ошибки/неточности - удовлетворительно*

*Более 4х ошибок - неудовлетворительно*

*Средняя оценка выставляется экзаменатором по медиане оценок за каждое ответ на задание (вопрос) и с учетом оценок за дополнительные вопросы.*