

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КЕРЧЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МОРСКОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КГМТУ»)
Морской факультет
Кафедра судовых энергетических установок**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Техническая термодинамика и теплопередача**

Уровень основной профессиональной образовательной программы – специалитет
Специальность – 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок
Специализация – Эксплуатация главной судовой двигательной установки
Учебный план 2019 года разработки

Описание учебной дисциплины по формам обучения

Очная												Заочная													
Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	РГР, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)	Курс	Семестр	Всего часов / зач. единиц	Всего аудиторных часов	Лекции, часов	Лабораторные занятия, часов	Практические занятия, часов	Семинары, часов	Самостоятельная работа, часов	КП (КР), часов	Контрольная работа, часов	Консультации, часов	Семестровый контроль, часов (вид)
3	5	144/4	70	42	14	14		30		18	2	24 (экз.)	3	5	144/4	16	8	4	4		99		18	2	9 (экз.)
3	6	72/2	32	16		16		18		18		4 (зач.)	3	6	72/2	6	4		2		44		18		4 (зач.)
Всего		216/6	102	58	14	30		48		36	2	28	Всего		216/6	22	12	4	6		143		36	2	13

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВО – специалитет по специальности 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок, учебного плана, Правила III/1, III/2 Международной конвенции ПДНВ-78 с поправками и IMO Model Courses 7.02 - Chief Engineer Officer and Second Engineer Officer, 7.04 - Officer in Charge of an Engineering Watch.

Программу разработал В.Л. Конюков, канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок ФГБОУ ВО «КГМТУ».

Рабочая программа рассмотрена на заседании выпускающей кафедры судовых энергетических установок ФГБОУ ВО «КГМТУ»
Протокол № 10 от 28 апреля 2023 г.

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты освоения дисциплины	Указание раздела(-ов) дисциплины, где предусмотрено освоение компетенции
ОПК-2. Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Знает основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	Знать: <ul style="list-style-type: none"> - основные законы идеального газа и основные законы газовых смесей (3-1.1); - первый закон термодинамики; второй закон термодинамики, условия для создания теплового двигателя (3-1.2); - характеристики термодинамических процессов (3-1.3); - прямой и обратный цикл Карно; циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания и циклы газотурбинных двигателей внутреннего сгорания (3-1.4); - циклы паротурбинных двигателей; циклы холодильных машин (3-1.5); - закон теплопроводности Фурье, закон конвективного теплообмена Ньютона-Римана, законы лучистого теплообмена (3-1.6); - критериальные уравнения конвективного теплообмена; критический диаметр изоляции; назначение обрешетки (3-1.7); - типы теплообменных аппаратов; уравнение теплопередачи (3-1.8). 	Тема 1 Тема 2 Тема 3-4 Тема 6-7 Тема 8-9 Тема 10-11 Тема 12-15 Тема 16-17
	ОПК-2.3. Владеет навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	Владеть: <ul style="list-style-type: none"> - навыками вычислений параметров состояния рабочего тела (В-1.1); - методиками определения изменений параметров состояния рабочего тела, функций состояния и энергетических характеристик при тепловом и механическом взаимодействии рабочего тела с окружающей средой в различных термодинамических процессах (В-1.2); - навыками вычислений скорости и расхода рабочего тела в докритическом и сверхкритическом режимах течения (В-1.3); - методиками сравнения тепловой экономичности циклов тепловых машин и двигателей (В-1.4); - навыками использования методик теплового расчета теплообменных аппаратов (В-1.5). 	Тема 1 Тема 3 Тема 5 Тема 7 Тема 16-17
	ОПК-2.2. Умеет применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью.	Уметь: <ul style="list-style-type: none"> - проводить оценку состояния рабочих тел тепловых двигателей (У-1.1); - исследовать характеристики термодинамических процессов рабочих тел (У-1.2); - проводить оценку термодинамических показателей газовых смесей (У-1.3); - вычислять скорости истечения газов и паров из сопел и насадок; оценивать режим течения; находить расход рабочего тела (У-1.4); - определять параметры состояния рабочего тела в характерных точках цикла; оценивать подводимую и отводимую теплоту, работу и 	Тема 1 Тема 4 Тема 3-4 Тема 1 Тема 5 Тема 6-9

		термический КПД тепловых машин и двигателей (У-1.5); - вычислять тепловые потоки и температуры в многослойных плоских и цилиндрических стенках (У-1.6); - использовать критериальные уравнения теплообмена; определять толщину тепловой изоляции (У-1.7); - выполнять тепловой расчет теплообменных аппаратов (У-1.8).	Тема 10-11 Тема 12-14 Тема 17
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1. Знать способы измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методы обработки и представления экспериментальных данных.	Знать: - параметры состояния рабочих тел и единицы их измерений (З-2.1); - датчики и преобразователи, используемые в измерительных приборах; какое давление измеряется манометром, вакуумметром и барометром; - способы вычисления абсолютного давления; методы вычисления парциального давления компонентов газовой смеси (З-2.2); - способы пересчета показаний приборов в единицы измерений системы СИ; шкалы измерения температур; способы пересчета показаний термометра с одной шкалы измерений в другую (З-2.3); - методы вычисления параметров состояния рабочего тела по результатам измерений при исследовании термодинамических процессов (З-2.4);	Тема 1 Тема 1 Тема 1 Тема 3-4
	ОПК-3.3. Владеет навыками работы с измерительными приборами и инструментами.	Владеть: - навыками использования приборов для определения давления, температуры, скорости и расхода рабочего тела в процессе исследования термодинамических процессов (В-2.1); - методиками вычислений термодинамических характеристик рабочего тела; навыками определения термодинамических свойств реальных рабочих тел с помощью таблиц и диаграмм (В-2.2).	Тема 1 Тема 4
	ОПК-3.2. Умеет обрабатывать экспериментальные данные, интерпретировать и профессионально представлять полученные результаты.	Уметь: - использовать приборы и технические средства для измерения температуры, давления, скорости и расхода рабочего тела (У-2.1); - по результатам измерений, полученным в процессе исследования термодинамических процессов, вычислять недостающие параметры состояния, функции состояния, теплоту и работу процесса (У-2.2); - по результатам измерений температур и давлений в характерных точках цикла теплового двигателя определить его термический КПД (У-2.3); - используя таблицы и диаграммы термодинамических свойств воды и водяного определять их термодинамические показатели (У-2.4).	Тема 1 Тема 3-4 Тема 6-9 Тема 4

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Изучению дисциплины предшествует освоение программ следующих дисциплин: математика, физика, химия, основы судовой теплотехники, гидромеханика.

Успешное освоение материала дисциплины в рамках установленных компетенций даст возможность обучающимся продолжить освоение образовательной программы и успешно приступить к изучению дисциплин: основы судовой энергетики, судовые двигатели внутреннего сгорания, судовые турбомашины, судовые котельные и паропроизводящие установки, судовые холодильные установки и системы кондиционирования воздуха, эксплуатация дизельных энергетических установок, эксплуатация судовых котельных и паропроизводящих установок, производственная плавательная практика.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 час.

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура дисциплины

Наименования разделов, тем	Общее количество часов	Очная форма									Заочная форма								
		Распределение часов по видам занятий									Распределение часов по видам занятий								
		Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	РГР	Консультации	Контроль	Ауд.	ЛК	ЛЗ	ПЗ (сем)	СР	КП (КР)	Контрольная работа	Консультации	Контроль
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Семестр 5																			
Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики. Идеальный газ	12	10	6	2	2	2					1	1			11				
Тема 2. Первый закон термодинамики. Основные положения второго закона термодинамики	12	6	6			4		2			1	1			9		2		
Тема 3. Исследование термодинамических процессов идеального газа	12	6	4		2	4		2			2	1		1	8		2		
Тема 4. Реальные газы и пары	12	8	6		2	2		2			1			1	9		2		
Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок	14	10	6	2	2	4					3	1	2		11				
Тема 6. Круговые процессы, циклы. Цикл Карно. Процессы поршневых компрессоров	22	16	4	10	2	2		4			3	1	2		15		4		

Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания	14	6	4		2	4		4			2	1		1	8		4		
Тема 8. Циклы паротурбинных двигателей	12	6	4		2	4		2			2	1		1	8		2		
Тема 9. Циклы холодильных установок	8	2	2			4		2			1	1			5		2		
Консультации	2								2									2	
Контроль	24									24					15				9
Всего часов в семестре	144	70	42	14	14	30		18	2	24	16	8	4	4	99		18	2	9
Семестр 6																			
Тема 10. Основные понятия и определения теплопередачи, теплопроводность, закон Фурье	6	4	2		2	2					1	1			3		2		
Тема 11. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Нестационарные процессы теплопроводности	8	4	2		2	2		2			1	1			5		2		
Тема 12. Подobie и моделирование процессов конвективного теплообмена	6	4	2		2	2									4		2		
Тема 13. Теплоотдача при свободном движении жидкости	8	4	2		2	2		2			1	1			5		2		
Тема 14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при фазовых превращениях	11	4	2		2	3		4			2	1		1	7		2		
Тема 15. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения	10	4	2		2	2		4							8		2		
Тема 16. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки	9	4	2		2	3		2			1			1	6		2		
Тема 17. Теплообменные аппараты	10	4	2		2	2		4							6		4		
Курсовой проект (работа)																			
Консультации																			
Контроль	4									4									4
Всего часов в семестре	72	32	16		16	18		18		4	6	4		2	44		18		4
Всего часов по дисциплине	216	102	58	14	30	48		36	2	28	22	12	4	6	143		36	2	13

4.2 Содержание лекций

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения		Формируемые компетенции
		очная	заочная	
Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики. Идеальный газ				
1	Общие сведения о современной теплоэнергетике. Дисциплина «Техническая термодинамика». Понятие о термодинамической системе. Рабочее тело. Параметры состояния	2	0,5	ОПК-3.1 ОПК-2.1
2	Понятие о термодинамическом процессе. Равновесные и неравновесные состояния. Обратимый и необратимый термодинамический процесс. Основные законы идеальных газов. Уравнение состояния идеального газа	2		ОПК-2.1 ОПК-2.2
3	Газовые смеси. Способы задания газовых смесей. Определение основных термодинамических характеристик газовых смесей. Теплоёмкость идеальных газов и их смесей	2	0,5	ОПК-2.1
Тема 2. Первый закон термодинамики. Основные положения второго закона термодинамики				
4	Внутренняя энергия как функция состояния рабочего тела. Полная энергия рабочего тела. Теплота и работа как энергетические характеристики термодинамического процесса. Работа изменения объема. p - v -диаграмма. Работа перемещения. Энтальпия как функция состояния рабочего тела	2	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2
5	Аналитические уравнения первого закона термодинамики. Уравнения первого закона термодинамики для потока. Располагаемая работа процесса. Связь располагаемой работы с термодинамической работой и работой перемещения	2	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2
6	Основные положения второго закона термодинамики. Термодинамические условия для создания теплового двигателя. Энтропия как функция состояния рабочего тела. Изменение энтропии в процессе идеального газа. s - T -диаграмма	2		ОПК-2.1 ОПК-2.2
Тема 3. Исследование термодинамических процессов идеального газа				
7	Задачи исследования термодинамических процессов идеального газа. Политропный термодинамический процесс идеального газа	2	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.1
8	Изобарный, изохорный, изотермический и адиабатный термодинамические процессы идеального газа	2	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-3.3
Тема 4. Реальные газы и пары				
9	Качественные особенности реальных газов. Уравнение состояния реальных газов. Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Термодинамические свойства веществ на линиях фазовых переходов. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-3.1
10	Термодинамические диаграммы состояния вещества. s - i – диаграмма водяного пара. Исследование основных термодинамических процессов водяного пара	2		ОПК-3.3
11	Влажный воздух. Основные характеристики влажного воздуха. d - i – диаграмма влажного воздуха. Процессы влажного воздуха	2		ОПК-3.3
Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок				
12	Основные уравнения течения: уравнение неразрывности, скорость истечения, расход рабочего тела. Критический режим течения, критическая скорость, максимальный расход	2	0,5	ОПК-2.2 ОПК-2.3
13	Закон обращения воздействий. Сверхкритические режимы истечения. Сопло Лавала	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3
14	Адиабатное истечение с трением. Коэффициент скорости сопла. Дросселирование газов и паров. Использование дросселирования для регулирования мощности тепловых машин	2	0,5	ОПК-2.3

Тема 6. Круговые процессы, циклы. Цикл Карно. Процессы поршневых компрессоров				
15	Понятие о круговых процессах, циклах. Прямые и обратные циклы. Термический КПД прямого цикла, холодильный коэффициент обратного цикла. Прямой и обратный цикл Карно	2	0,5	ОПК-2.1
16	Изменение энтропии в обратимых циклах. Процессы нагнетания газа в поршневых компрессорах. Индикаторная диаграмма одноступенчатого компрессора. Термодинамические процессы в многоступенчатом компрессоре. Способы повышения экономичности компрессоров	2	0,5	ОПК-2.3 ОПК-3.1
Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания				
17	Теоретические циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС): Тринклера, Отто, Дизеля. Характеристики циклов, работа, термический КПД. Зависимости термического КПД циклов от их характеристик. Сравнение эффективности циклов поршневых ДВС. Способы повышения термического КПД циклов поршневых ДВС	2	0,5	ОПК-2.1 ОПК-3.3
18	Циклы газотурбинных двигателей (ГТД) внутреннего сгорания. Способы повышения термического КПД циклов ГТД	2	0,5	ОПК-2.3 ОПК-3.3
Тема 8. Циклы паротурбинных двигателей				
19	Цикл паротурбинного двигателя (ПТД)-цикл Ренкина. Способы повышения термического КПД цикла ПТД	2	0,5	ОПК-2.1 ОПК-2.3 ОПК-3.3
20	Цикл ПТД с промежуточным перегревом пара. Схемы промежуточного перегрева пара, их анализ. Понятие о предельном регенеративном цикле. Регенеративный цикл паросиловой установки	2	0,5	ОПК-2.1 ОПК-3.3
Тема 9. Циклы холодильных установок				
21	Цикл газовой холодильной установки. Цикл парокомпрессорной холодильной установки. Удельная холодопроизводительность. Холодильный коэффициент. Абсорбционная холодильная установка	2	1	ОПК-2.1 ОПК-3.3
Тема 10. Основные понятия и определения теплопередачи. Теплопроводность, закон Фурье				
22	Основные понятия и определения теплопередачи. Законы Фурье, Ньютона-Римана, Стефана-Больцмана. Тепловой поток. Изотермическая поверхность. Градиент температур. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности	2	1	ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 11. Теплопроводность стационарного процесса. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Нестационарные процессы теплопроводности				
23	Теплопроводность однослойных и многослойных плоских и цилиндрических стенок. Тепловой поток. Термическое сопротивление. Определение температур на границах слоев. Нестационарные процессы теплопроводности. Нагрев неограниченной пластины.	2	1	ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 12. Подобие и моделирование процессов конвективного теплообмена				
24	Основные понятия подобия и моделирования процессов конвективного теплообмена. Коэффициент теплоотдачи. Критерии подобия. Критериальные уравнения	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 13. Теплоотдача при свободном движении жидкости				
25	Теплоотдача при свободном движении жидкости. Температурный пограничный слой. Определяющая температура. Характерный размер. Средняя температура пограничного слоя. Формула Михеева	2	1	ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при фазовых превращениях				
26	Теплоотдача при вынужденном движении жидкости в трубе. Теплоотдача при поперечном обтекании одиночной трубы. Теплоотдача при поперечном обтекании пучка труб. Теплоотдача при кипении жидкости. Теплоотдача при конденсации пара	2	1	ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 15. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения				

27	Теплообмен излучением. Излучение абсолютно черного тела. Основные законы теплового излучения. Теплообмен между телами, разделенными прозрачной средой. Экранирование	2		ОПК-2.1
Тема 16. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки				
28	Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Оребрение теплопередающих поверхностей. Критический диаметр изоляции	2		ОПК-2.1
Тема 17. Теплообменные аппараты				
29	Теплообменные аппараты. Типы теплообменных аппаратов. Схемы движения теплоносителей. Среднегарифмический температурный напор. Основные уравнения расчета теплообменных аппаратов	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3
Всего часов		58	12	

4.3 Темы лабораторных занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения		Формируемые компетенции
		очная	заочная	
Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики. Идеальный газ				
1	Определение изобарной теплоёмкости воздуха	2		ОПК-3.1 ОПК-2.1
Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок				
2	Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло	2	2	ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 6. Круговые процессы, циклы. Цикл Карно. Процессы поршневых компрессоров				
3	Изучение конструкции и принципа работы поршневого компрессора	1	1	ОПК-2.3 ОПК-3.1
4	Индикаторная диаграмма процесса сжатия воздуха в компрессоре при одноступенчатом сжатии	1	1	ОПК-2.3 ОПК-3.1
5	Определение показателя политропы при различных процессах	2		ОПК-2.3 ОПК-3.1
6	Индикаторная диаграмма процесса сжатия воздуха в компрессоре при двухступенчатом сжатии с промежуточным охлаждением	2		ОПК-2.3 ОПК-3.1
7	Определение количества отводимого тепла при промежуточном охлаждении воздуха между ступенями	2		ОПК-2.3 ОПК-3.1
8	Охлаждение воздуха при адиабатическом истечении из ресивера	2		ОПК-2.3 ОПК-3.1
Всего часов		14	4	

4.4 Темы практических занятий

№	Наименование темы	Количество часов по формам обучения		Формируемые компетенции
		очная	заочная	
Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики. Идеальный газ				
1	Отработка навыков работы с таблицами средних теплоёмкостей однородных газов и газовых смесей	2		ОПК-3.2 ОПК-3.3
Тема 3. Исследование термодинамических процессов идеального газа				
2	Решение задач по исследованию термодинамических процессов идеального газа	2	1	ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 4. Реальные газы и пары				
3	Решение задач по исследованию процессов водяного пара	2	1	ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок				
4	Решение задач по истечению газов и паров из сопел и насадок. Определение скорости истечения и расхода рабочего тела для	2		ОПК-2.2 ОПК-2.3

	различных режимов течения			
Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания				
5	Расчет циклов поршневых ДВС. Определение параметров в характерных точках, работы цикла, термического КПД. Исследование влияния характеристик цикла на его термический КПД	2	1	ОПК-2.2 ОПК-2.3
6	Расчет циклов ГТД. Определение параметров в характерных точках, работы цикла, термического КПД. Исследование влияния характеристик цикла на его термический КПД	2		ОПК-2.2 ОПК-2.3
Тема 8. Циклы паротурбинных двигателей				
7	Расчет циклов паросиловых установок. Определение параметров пара в характерных точках, работы цикла, термического КПД. Исследование влияния начальных параметров и давления в конденсаторе на термический КПД	2	1	ОПК-2.3 ОПК-2.3
Тема 10. Основные понятия и определения теплопередачи. Теплопроводность, закон Фурье				
8	Определение теплового потока, температуры на границах слоев многослойных плоских стенок, термических сопротивлений слоев, коэффициента теплопроводности эквивалентной стенки	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 11. Теплопроводность стационарного процесса. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Нестационарные процессы теплопроводности				
9	Определение теплового потока, температуры на границах слоев многослойных цилиндрических стенок, термических сопротивлений слоев	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 13. Теплоотдача при свободном движении жидкости				
10	Решение задач теплоотдачи при свободной конвекции с использованием критериальных уравнений	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при фазовых превращениях				
11	Решение задач теплоотдачи при вынужденном движении жидкости в трубе	2	1	ОПК-2.1 ОПК-2.3
12	Решение задач теплоотдачи при кипении жидкости в большом объеме	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3
Тема 15. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения				
13	Определение лучистого теплового потока между телами, разделенными прозрачной средой. Экранирование	2		ОПК-2.1
Тема 16. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки				
14	Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Определение коэффициента теплопередачи, теплового потока. Понятие о методе последовательных приближений	2	1	ОПК-2.1 ОПК-2.2
Тема 17. Теплообменные аппараты				
15	Определение площади поверхности теплообмена теплообменных аппаратов при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителей	2		ОПК-2.1 ОПК-2.3
Всего часов		30	6	

4.5 Темы семинарских занятий

Семинарские занятия не предусмотрены учебным планом.

5 Самостоятельная работа обучающихся

Наименование темы	Трудоемкость самостоятельной работы, час.		Содержание работы
	очная	заочная	
Тема 1. Основные понятия и определения технической термодинамики Идеальный газ	2	9	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, подготовка к выполнению и оформление отчета по ЛР №1
Тема 2. Первый закон термодинамики Основные	4	9	Подготовка к лекционным занятиям по теме, подготовка к выполнению задания №1 РГР

положения второго закона термодинамики			
Тема 3. Исследование термодинамических процессов идеального газа	4	8	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, подготовка к выполнению задания №2 РГР
Тема 4. Реальные газы и пары	2	11	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, подготовка к выполнению задания №5 РГР, подготовка к выполнению и оформление отчета по ЛР №2
Тема 5. Течение. Истечение газов и паров из сопел и насадок	4	11	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, подготовка к выполнению и оформление отчета по ЛР №3
Тема 6. Круговые процессы, циклы. Цикл Карно. Процессы поршневых компрессоров	2	11	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, подготовка к выполнению и оформление отчета по ЛР №4, выполнение и оформление задания №1 РГР
Тема 7. Циклы двигателей внутреннего сгорания	4	8	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, выполнение и оформление задания №2, №3 РГР
Тема 8. Циклы паротурбинных двигателей	4	12	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, подготовка к выполнению и оформление отчета по ЛР №5, выполнение и оформление заданий №4, №5 РГР
Тема 9. Циклы холодильных установок	4	5	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, выполнение и оформление задания №6 РГР
Тема 10. Основные понятия и определения теплопередачи, теплопроводность, закон Фурье	2	3	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме
Тема 11. Теплопроводность плоских и цилиндрических стенок. Нестационарные процессы теплопроводности	2	5	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, выполнение и оформление задания №1 РГР
Тема 12. Подobie и моделирование процессов конвективного теплообмена	2	4	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме
Тема 13. Теплоотдача при свободном движении жидкости	2	5	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, выполнение и оформление задания №2 РГР
Тема 14. Теплоотдача при вынужденном движении жидкости. Теплоотдача при фазовых превращениях	3	7	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, выполнение и оформление задания №3 РГР
Тема 15. Теплообмен излучением. Основные законы теплового излучения	2	8	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, выполнение и оформление задания №5 РГР
Тема 16. Сложный теплообмен. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки	3	6	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, выполнение и оформление задания №4 РГР
Тема 17. Теплообменные аппараты	2	6	Подготовка к лекционным и практическим занятиям по теме, выполнение и оформление задания №6 РГР
Контроль		15	Подготовка к экзамену
Всего часов	48	143	

Обучающиеся очной и заочной форм обучения выполняют расчетно-графические работы (РГР): в первом семестре изучения дисциплины выполняется одна РГР по материалу раздела «Техническая термодинамика», во втором семестре изучения дисциплины – одна РГР по материалу раздела «Теплопередача». Каждая РГР включает по 6 заданий, курсанты имеют индивидуальные исходные данные для выполнения заданий. Выполненные РГР оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в учебных пособиях (практикумах) и сдаются на проверку преподавателю. После исправления замечаний обучающиеся допускаются к ее защите. Курсант, не защитивший РГР, не допускается к семестровому контролю по дисциплине.

Содержание расчетно-графических работ

Расчетно-графическая работа первого семестра изучения дисциплины:

Расчетное задание №1. Расчет процессов двухступенчатого поршневого компрессора.

Расчетное задание №2. Расчет идеального цикла поршневого двигателя внутреннего сгорания.

Расчетное задание №3. Расчет идеального цикла газотурбинного двигателя с регенерацией.

Расчетное задание №4. Экзегетический расчет котельной установки.

Расчетное задание №5. Расчет цикла Ренкина.

Расчетное задание №6. Расчет цикла воздушной холодильной установки.

Расчетно-графическая работа второго семестра изучения дисциплины:

Расчетное задание №1. Расчет теплового потока и температуры на границах слоев многослойной плоской стенки.

Расчетное задание №2. Расчет теплообмена при естественной конвекции.

Расчетное задание №3. Расчет теплообмена при вынужденной конвекции в трубе.

Расчетное задание №4. Расчет теплопередачи через многослойную плоскую стенку.

Расчетное задание №5. Расчет лучистого теплообмена между плоскими поверхностями, разделенными прозрачной средой.

Расчетное задание №6. Тепловой расчет рекуперативного теплообменного аппарата.

6 Тематика курсового проектирования (курсовой работы)

Курсовое проектирование не предусмотрено учебным планом.

7 Методы обучения

Дисциплина представлена аудиторными занятиями – лекциями, лабораторными занятиями, практическими занятиями и консультациями, а также самостоятельной работой. Все виды аудиторных занятий сочетают образовательную, воспитательную, практическую и методическую функции.

На лекциях используется мультимедийное презентационное оборудование для демонстрации иллюстративного материала (таблицы и диаграммы термодинамических свойств рабочих тел, термодинамические процессы и циклы тепловых машин и двигателей и т. п.). Лекционные занятия проводятся в специализированных аудиториях, оборудованных мультимедийной техникой, плакатами и макетами судовых двигателей и их элементов.

Во время лекционных занятий широко используется проблемный подход в изложении материала. Например, курсантам предлагается дать заключение при сравнении термического КПД циклов поршневых двигателей внутреннего сгорания. Мнений всегда несколько. В процессе изложения лекционного материала выясняется, что соотношение термических КПД циклов поршневых ДВС зависит от условий сравнения.

Лабораторные работы в зависимости от темы проводятся в специализированной аудитории 205 или в машинном зале кафедры СЭУ, которые оборудованы лабораторными стендами. В процессе выполнения лабораторной работы каждый курсант оформляет отчет, который впоследствии защищается.

Практические занятия в зависимости от конкретных целей проводятся в виде решения задач с элементами исследований, то есть используется составляющая обучающей технологии в виде ситуационной задачи. Для этого, при выполнении расчетов по конкретному термодинамическому процессу или циклу, каждый курсант выполняет расчеты со своими исходными данными, обобщая результаты вычислений группы курсантов, получаются зависимости исследуемых характеристик от параметров.

Обязательным условием аттестации студента является выполнение и защита всех предусмотренных программой лабораторных и практических работ.

В рамках интерактивных часов предусмотрены следующие подходы: работа в малых группах, творческие задания, соревнования, «ученик в роли учителя», «каждый учит каждого».

8 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Приведен в обязательном приложении к рабочей программе.

9 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Наименование	Количество экземпляров в библиотеке ФГБОУ ВО «КГМТУ»
1. Недужий, И. А. Техническая термодинамика и основы теплопередачи: [учеб. пособие для вузов] / И. А. Недужий, А. Н. Алабовский; под ред. С. М. Константинова. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - Киев: Вища шк., 1981. - 246 с. – 246 с. – 39 экз.	39
2. Богатырева Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача : конспект лекций для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» оч. и заоч. форм обучения. Ч.1. Техническая термодинамика / сост.: Богатырева Е.В. ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. судовых энергетических установок. — Керчь, 2016. — 112 с. — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=1143	
3. Богатырева Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача : конспект лекций для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» оч. и заоч. форм обучения. Ч.2. Теплопередача / сост.: Богатырева Е.В. ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. судовых энергетических установок. — Керчь, 2016. — 76 с. — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=1141	
4. Богатырева Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача : практикум для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Богатырева Е.В. ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. судовых энергетических установок. — Керчь, 2016. — 60 с.. — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=1147	
5. Богатырева Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача : практикум по самостоятельной работе и по выполнению расчетно-графических и контрольных работ для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Богатырева Е.В. ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. судовых энергетических установок. — Керчь, 2016. — 61 с. — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=1145	
6. Богатырева Е.В. Техническая термодинамика и теплопередача : практикум по выполнению лаб. работ для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Е.В. Богатырева ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. судовых энергетических установок. — Керчь, 2016. — 45 с — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=2461	
7. Конюков В.Л. Техническая термодинамика и теплопередача : учебное пособие для курсантов специальности 26.05.06 “Эксплуатация судовых энергетических установок” оч. и заоч. форм обучения. Ч.1. Техническая термодинамика / сост.: В.Л. Конюков, Е.В. Богатырева ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования “Керч. гос. мор. технолог. ун-т”, Каф. судовых энергетических установок. – Керчь, 2022. – 139 с. — URL: https://lib.kgmtu.ru/?p=9245	

10 Состав современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование информационного ресурса	Ссылка на информационный ресурс
Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ»	http://lib.kgmtu.ru/
ЭБС «Юрайт»	https://urait.ru/
Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации	http://pravo.gov.ru/

Справочная правовая система «Консультант Плюс»	http://www.consultant.ru/
RSCI платформа Web of Science - база данных лучших российских журналов	http://www.technosphaera.ru/news/
Информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»	http://window.edu.ru/
База данных Научной электронной библиотеки	http://elibrary.ru/
Официальный сайт Российского морского регистра судоходства	http://www.rs-class.org
Официальный сайт Международной Морской Организации	http://www.imo.org
Официальный сайт Международной электротехнической Комиссии	http://www.iec.ch

11 Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование программного продукта	Назначение (базы и банки данных, тестирующие программы, практикум, деловые игры и т.д.)	Тип продукта (полная лицензионная версия, учебная версия, демоверсия и т.п.)
Операционная система (Microsoft Windows 10 Pro или Microsoft Windows Professional 7 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Windows Vista Business Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level)	Комплекс системных и управляющих программ	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет (Microsoft Office Pro Plus 2016 или Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level или Microsoft Office Professional Plus 2007 Russian Academic OPEN 1 License No Level)	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Лицензионное программное обеспечение
Офисный пакет LibreOffice	Текстовый редактор, табличный редактор, редактор презентаций	Свободно-распространяемое программное обеспечение

12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Лаборатория обеспечена необходимыми лабораторными стендами, контрольно-измерительной аппаратурой: манометрами, термометрами, вольтметрами, амперметрами, расходомерами. Лекционные аудитории оборудованы мультимедийными плазменными экранами, видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, плакатами термодинамических свойств газов и паров, макетами тепловых двигателей и их элементов.

Название лабораторной (практической) работы	Оборудование, используемое в работе
Определение изобарной теплоёмкости воздуха	Стенд, оборудованный вакуумным насосом, проточным калорифером, термопарами для измерения температуры воздуха, расходомером
Исследование процесса адиабатного истечения воздуха через суживающееся сопло	Стенд, оборудованный вакуумным насосом, суживающимся соплом, термометрами, вакуумметром и расходомером
Изучение конструкции и принципа работы поршневого компрессора	Стенд ТЦПМ-011-06ЛР-01 «Термодинамические циклы поршневых машин»; программа «ТЦПМ измерения»
Индикаторная диаграмма процесса сжатия воздуха в компрессоре при одноступенчатом сжатии	Стенд ТЦПМ-011-06ЛР-01 «Термодинамические циклы поршневых машин» программа «ТЦПМ измерения»
Индикаторная диаграмма процесса сжатия воздуха в компрессоре при двухступенчатом сжатии с промежуточным охлаждением	Стенд ТЦПМ-011-06ЛР-01 «Термодинамические циклы поршневых машин» программа «ТЦПМ измерения»
Определение показателя политропы при различных процессах	Стенд ТЦПМ-011-06ЛР-01 «Термодинамические циклы поршневых машин» программа «ТЦПМ измерения»
Определение количества отводимого тепла при промежуточном охлаждении воздуха между ступенями	Стенд ТЦПМ-011-06ЛР-01 «Термодинамические циклы поршневых машин» программа «ТЦПМ измерения»

Охлаждение воздуха при адиабатическом истечении из ресивера	Стенд ТЦПМ-011-06ЛР-01 «Термодинамические циклы поршневых машин» программа «ТЦПМ измерения»
---	---

13 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Рекомендации по освоению лекционного материала, подготовке к лекциям

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний. Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета). В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю. После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим и лабораторным занятиям, экзамену/зачету, контрольным тестам, при выполнении самостоятельных заданий.

Рекомендации по подготовке к практическим и лабораторным занятиям

Для подготовки к таким занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой литературы, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы, и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических и лабораторных занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

Рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям, экзамену/зачету, выполнение домашних практических заданий (рефератов, оформление отчетов по лабораторным работам и практическим заданиям, решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения и т.д.).