

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Зайко Татьяна Ивановна
Должность: Ректор
Дата подписания: 21.08.2024 14:30:05
Уникальный программный ключ:
cf6863c76438c5884b0b5a1671540b10e205

Шифр ОПОП: 2011.26.05.06.01

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО МОРСКОГО И РЕЧНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОДНОГО ТРАНСПОРТА»

Год начала подготовки (по учебному плану): 2019
(год набора)

Шифр дисциплины: Б1.О.21
(шифр дисциплины из учебного плана)

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Техническая термодинамика и теплопередача

(полное наименование дисциплины (модуля), в строгом соответствии с учебным планом)

Новосибирск

Составитель:

доцент
(должность)

Судовые энергетические установки
(наименование кафедры)

Г.А. Долгополов
(И.О.Фамилия)

Одобрена:

Ученым советом _____ Судомеханического
(наименование факультета, реализующего образовательную программу)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Председатель совета _____ Д.А. Сибриков
(И.О.Фамилия)

На заседании кафедры _____ Судовых энергетических установок
(наименование кафедры)

Протокол № _____ от « _____ » 20 _____ г.
число месяц год

Заведующий кафедрой _____ Г.С. Юр
(И.О.Фамилия)

Согласована:

Руководитель _____ группы по разработке ОПОП по специальности 26.05.06
(наименование коллектива разработчиков по направлению подготовки / специальности)

«Эксплуатация судовых энергетических установок»

_____, _____
Д.Т.Н. профессор
(ученая степень) (ученое звание)

Б.О. Лебедев
(И.О.Фамилия)

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

1.1. Цели дисциплины

Освоить основы дисциплин математического и естественно-научного цикла, рассматривающих распространение теплоты и преобразование её в различные виды работ.

1.2. Перечень формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины у обучающегося должны сформироваться следующие компетенции, выраженные через результат обучения по дисциплине, как часть результата освоения образовательной программы (ОП):

1.2.1. Общекультурные компетенции (ОК):

Дисциплина не формирует общекультурные компетенции

1.2.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

Дисциплина не формирует общепрофессиональные компетенции

1.2.3. Профессиональные компетенции (ПК):

Компетенция		Этапы формирования компетенции				Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
Шифр	Содержание	I	II	III	IV	
ПК-2	способностью и готовностью к самостоятельному обучению в новых условиях производственной деятельности с умением установления приоритетов для достижения цели в разумное время	x	x	x	x	Знать: Методы термодинамического анализа циклов СЭУ и пути повышения их термического КПД Уметь: Изображать и анализировать процессы и циклы тепловых двигателей и установок Владеть: Методами сравнительной оценки эффективности различных тепловых двигателей и установок
ПК-5	способностью на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить ре-	x	x	x		Знать: Методы и средства проведения простейших теплотехнических экспериментов. Уметь: Производить расчёт идеальных циклов

	зультаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований					тепловых двигателей и установок, теплообменных аппаратов и устройств Владеть: Методикой расчёта процессов теплообмена при разработке различных тепловых устройств и тепловых аппаратов
ПК-31	способность создавать теоретические модели, позволяющие прогнозировать свойства объектов профессиональной деятельности		х	х		Знать: Основные понятия теории теплообмена, законы термодинамики, характеристики топлив Уметь: Пользоваться методиками расчёта теплообмена, методами расчёта тепловыделения при сгорании углеводородного топлива Владеть: Методами термодинамического расчёта теплоэнергетических устройств и двигателей
ПК-32	способностью разрабатывать планы, программы и методики проведения исследований объектов профессиональной деятельности	х	х			Знать: Методы и средства проведения простейших теплотехнических экспериментов Уметь: Разрабатывать планы проведения экспериментальных многопараметровых исследований Владеть: Методикой расчёта процессов теплообмена при разработке различных тепловых устройств и теплообменных аппаратов
ПК-35	способность передавать знания по дисциплинам профессиональных циклов в системах среднего и высшего профессионального образования	х	х	х		Знать: Термодинамические основы работы тепловых двигателей Основы построения публичного выступления Уметь: Анализировать циклы тепловых двигателей Владеть: Навыками публичного выступления при защите курсовой работы

1.2.4. Профессиональные компетенции специальности (ПКС)

Дисциплина не формирует профессиональные компетенции специальности

1.2.5. Компетентности МК ПДНВ (КМК):

Дисциплина не формирует компетентности МК ПДНВ (КМК)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках _____ базовой _____ части основной профессиональной образовательной программы.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах (з.е) с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Для очной формы обучения

Формы контроля						Всего часов					Всего з.е		Курс 2,3														
						По з.е.	По плану	в том числе					Семестр 4							Семестр 5							
Экзамены	Зачеты	Зачеты с оценкой	Курсовые проекты	Курсовые работы	РГР			Контактная работа	СР	Контроль	Экспертное	Факт	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е	Лек	Лаб	Пр	КСР	СР	Контроль	з.е.	
5	4			5	4	216	216	108	81	27	6	6	33	11		4	24		2	27	27		6	57	27	4	
в том числе тренажерная подготовка:																											

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

4.1. Разделы и темы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах):

№	Разделы и темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая СР							
		Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
	2 курс 4 семестр								
1	Раздел 1 Техническая термодинамика								
1.1	Теплосиловая установка	1							
	из них, в интерактивной форме								
1.2	Рабочее тело и его параметры состояния	1							
	из них, в интерактивной форме								
1.3	Измерение параметров состояния	1		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.4	Термодинамические процессы и циклы	1		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.5	Уравнения состояния	1		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.6	Газовые смеси	1		1					
	из них, в интерактивной форме								
1.7	Энергия рабочего тела и её виды	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.8	Виды энергообмена	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.9	Первый закон термодинамики	1						1	

№	Разделы и темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая СР							
		Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
	из них, в интерактивной форме								
1.10	Энтропия	1							
	из них, в интерактивной форме								
1.11	Теплоёмкость	1							
	из них, в интерактивной форме								
1.12	Энтальпия и Первый закон термодинамики	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.13	Изохорный процесс	0,5		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.14	Изобарный процесс	0,5							
	из них, в интерактивной форме								
1.15	Изотермический процесс	0,5						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.16	Адиабатный процесс	0,5						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.17	Политропный процесс и его обобщающее значение	1		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.18	Течение газов	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.19	Виды работ при течении газов	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.20	Первый закон термодинамики для потока	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.21	Сопла и диффузо-	1							

№	Разделы и темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая СР							
		Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
	ры								
	из них, в интерактивной форме								
1.22	Течение газа в соплах и диффузорах	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.23	Термодинамическое сжатие в компрессорах	1		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.24	Второй закон термодинамики	1							
	из них, в интерактивной форме								
1.25	Идеальный прямой цикл	1		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.26	Обобщённый цикл	1		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.27	Циклы ГТУ	1							
	из них, в интерактивной форме								
1.28	Циклы РД	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.29	Циклы ДВС	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.30	Преобразование газа в пар и жидкость	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
1.31	Определение параметров реального газа	1		1				1	
	из них, в интерактивной форме								
1.32	Дросселирование газа	1							
	из них, в интерактивной форме								
1.33	Циклы паротурбинной и холо-	2		1				1	

№	Разделы и темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая СР							
		Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
1.34	дильной установок								
	из них, в интерактивной форме								
	Влажный газ	1						1	
	из них, в интерактивной форме								
ИТОГО		33		11				24	
3 курс 5 семестр									
2	Раздел 2 Теплопередача								
2.1	Виды теплообмена	1		2				3	
	из них, в интерактивной форме								
2.2	Основные определения теплопередачи Закон Фурье	1		2				3	
	из них, в интерактивной форме								
2.3	Теплопроводность стенок однослойной, многослойной и цилиндрической	2		2				3	
	из них, в интерактивной форме								
2.4	Нестационарная теплопроводность	1						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.5	Коэффициент теплоотдачи. Закон Ньютона	1						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.6	Расчёт теплоотдачи с помощью теории подобия	1		3				3	
	из них, в интерактивной форме								
2.7	Теплоотдача при фазовых превращениях	3		6				3	
	из них, в интерактивной форме								
2.8	Тепловое излучение	1						3	

№	Разделы и темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая СР							
		Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
	из них, в интерактивной форме								
2.9	Законы теплового излучения	1						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.10	Лучистый теплообмен между телами	1						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.11	Излучение газов и пламени	1						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.12	Теплопередача через плоскую однослойную стенку	1						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.13	Теплопередача через плоскую многослойную стенку	2						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.14	Теплопередача через цилиндрическую стенку	2		3				3	
	из них, в интерактивной форме								
2.15	Тепловая изоляция труб	2						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.16	Виды теплообменных аппаратов	1						3	
	из них, в интерактивной форме								
2.17	Интенсификация теплопередачи в теплообменных аппаратах	1		3				3	
	из них, в интерактивной форме								
2.18	Оребрение поверхностей	2		3				3	

№	Разделы и темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая СР							
		Лек		Лаб		Пр		СР	
		О	З	О	З	О	З	О	З
	теплообменных аппаратов								
	из них, в интерактивной форме								
2.19	Расчёт теплообменных аппаратов	2		3				3	
	из них, в интерактивной форме								
ИТОГО		27		27				57	
ВСЕГО		60		38				81	

Примечания: О – очная форма обучения, З – заочная форма обучения.

4.2. Содержание разделов и тем дисциплины

2 курс 4 семестр

Раздел 1 Техническая термодинамика

Тема 1.1 Теплосиловая установка (ТСУ) [1-3]

Предмет термодинамики и её методы. Термодинамическая система. Рабочее тело. Теплосиловая установка, её обязательные составные части и главные показатели. Отсутствие единства в показателях ТСУ.

Тема 1.2 Рабочее тело и его параметры состояния [1-3]

Определение рабочего тела и его агрегатные состояния. Параметры состояния рабочего тела и их деление на основные и производные, экстенсивные и интенсивные, полные и удельные. Равновесное и неравновесное состояния рабочего тела

Тема 1.3 Измерение параметров состояния [1-3]

Измерение объёма и температуры. Особенности измерения давления. Манометры, вакуумметры и барометры. Единицы измерения параметров состояния

Тема 1.4 Термодинамические процессы и циклы [1-3]

Определение процесса. Внешний признак процесса. Процессы равновесные и неравновесные, обратимые и необратимые. Круговые процессы (циклы). Причины изучения обратимых процессов и циклов. Графическое изображение равновесных состояний, процессов и циклов. Прямые и обратные циклы.

Тема 1.5 Уравнение состояния [1-3]

Определение уравнения состояния и его значение для нахождения параметров состояния. Уравнение состояния для идеальных газов. Газовая постоянная и способ её нахождения. Уравнение состояния для двух и более состояний. Представление уравнения состояния для реальных газов.

Тема 1.6 Газовые смеси [1-3]

Рабочее тело обычно – смесь газов. Определение параметров состояний идеальных газовых смесей. Уравнения состояний для газовой смеси и её компонентов. Задание смеси парциальными давлениями или парциальными объёмами.

Тема 1.7 Энергия рабочего тела и её виды [1-3]

Определение полной энергии. Составляющие полной энергии и их изменение в термодинамических процессах. Внутренняя и кинетическая энергии.

Тема 1.8 Виды энергообмена [1-3]

Теплота и работа как неравнозначные виды энергообмена. Уравнения теплоты.

Работа изменения объёма. Графическое изображение работы и теплоты.

Тема 1.9 Первый закон термодинамики [1-3]

Изменение полной энергии тела. Полная энергия при перемещающемся рабочем теле. Подвод теплоты к перемещающемуся рабочему телу. Формулировка первого закона термодинамики. Совершение работы в циклах

Тема 1.10 Энтропия [1-3]

Энтропия как характеристика наличия теплообмена и как параметр состояния. Изменение энтропии в изолированной системе.

Тема 1.11 Теплоёмкость [1-3]

Теплоёмкость как способ определения теплоты. Зависимость теплоёмкости от различных факторов. Теплоёмкости удельные и средние. Структура теплоёмкостей.

Тема 1.12 Энтальпия и первый закон термодинамики [1-3]

Энтальпия как сумма двух видов энергии. Определение энтальпии через изобарную теплоёмкость. Энтальпия как параметр состояния. Формулировка Первого закона термодинамики через энтальпию.

Тема 1.13 Изохорный процесс [1-3]

Основные термодинамические процессы и объём их исследования. Определение изохорного процесса. Уравнение состояния. Первый закон термодинамики. Графические изображения. Коэффициент использования теплоты

Тема 1.14 Изобарный процесс [1-3]

Определение изобарного процесса. Уравнение состояния. Первый закон термодинамики Графические изображения. Коэффициент использования теплоты

Тема 1.15 Изотермический процесс [1-3]

Определение изотермического процесса. Уравнение состояния. Первый закон термодинамики Графические изображения. Коэффициент использования теплоты

Тема 1.16 Адиабатный процесс [1-3]

Определение адиабатного процесса. Уравнение состояния. Первый закон термодинамики Графические изображения. Коэффициент использования теплоты

Тема 1.17 Политропный процесс и его обобщающее значение [1-3]

Формула политропного процесса. Показатель политропы и его значения. Графики частных случаев политропного процесса.

Тема 1.18 Течение газов [1-3]

Перемещение рабочего тела. Установившееся течение газа. Уравнение неразрывности

Тема 1.19 Виды работ при течении газов [1-3]

Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления.

Тема 1.20 Первый закон термодинамики для потока [1-3]

Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления.

Тема 1.21 Сопла и диффузоры [1-3]

Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления.

Тема 1.22 Течение газа в соплах и диффузорах [1-3]

Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления.

Тема 1.23 Термодинамическое сжатие в компрессорах [1-3]

Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления.

Тема 1.24 Второй закон термодинамики [1-3]

Определение второго закона термодинамики. Диаграммы для пояснения второго закона термодинамики. Выводы из второго закона термодинамики. Второй закон термодинамики для обратных циклов.

Тема 1.25 Идеальный прямой цикл [1-3]

Технические процессы идеального прямого цикла. Термодинамические процессы этого цикла. Порядок протекания процессов в идеальном прямом цикле. Меры для повышения КПД любого прямого цикла. Регенеративный цикл Карно.

Тема 1.26 Обобщённый цикл [1-3]

Графическое представление цикла Карно в масштабе. Необходимость замены изотермы на изохору или изобару. Термодинамические процессы обобщённого цикла. Типичные частные случаи обобщённого цикла. Параметры циклов. Зависимость термического КПД от параметров цикла.

Тема 1.27 Циклы газотурбинных установок (ГТУ) [1-3]

Схема цикла ГТУ с подводом теплоты при постоянном объёме. Изображение этого цикла в диаграмме давление-объём. Сравнение циклов ГТУ изохорным и изобарным подводами теплоты. Регенеративный цикл ГТУ.

Тема 1.28 Циклы реактивных двигателей (РД) [1-3]

Термодинамические циклы РД с адиабатным сжатием газообразного рабочего тела. Изображение этого цикла в диаграмме давление-объём; особенности установки. Турбореактивный двигатель (ТРД), схема его установки, изображение на диаграмме давление-объём и области применения. Реактивные двигатели с «изохорным» сжатием рабочего тела: жидкостно-ракетные (ЖРД) и ракетные двигатели твёрдого топлива (РДТТ).

Тема 1.29 Циклы двигателей внутреннего сгорания (ДВС) [1-3]

Три вида циклов ДВС: со смешанным подводом теплоты, с подводом теплоты при постоянном объёме и с продолженным расширением в турбине. Со смешанным подводом теплоты работают дизели. По циклу с подводом теплоты при постоянном объёме работают бензиновые и газовые ДВС.

Тема 1.30 Превращение газа в пар и жидкость [1-3]

Работа сжатия в циклах и её зависимость от состояния рабочего тела. Реальный газ и его диаграмма состояния. Степень сухости влажного пара и пограничные кривые.

Тема 1.31 Определение параметров реального газа [1-3]

Зависимости между параметрами состояния реального газа. Уравнение состояния реального газа, таблицы и диаграммы.

Тема 1.32 Дросселирование газа [1-3]

Понятие о дросселировании газа. Величины энтальпии и температуры при дросселировании. Дросселирование реального газа. Температура инверсии и её величина у большинства реальных газов.

Тема 1.33 Циклы паротурбинной и холодильной установок [1-3]

Водяной пар как важное рабочее тело. Схема и термодинамический цикл паротурбинной установки; особенности её работы. Холодильная установка, её схема и термодинамический цикл; особенности её работы.

Тема 1.34 Влажный газ [1-3]

Три вида смеси воздуха с парами какой-либо жидкости: влажный газ, ненасыщенный влажный газ, насыщенный влажный газ. Температура точки росы. Абсолютная и относительная влажности, влагосодержание и температура точки росы. Психрометр. Диаграмма влажного воздуха.

3 курс 5 семестр

Раздел 2. Теплопередача

Тема 2.1 Виды теплообмена [1-3]

Определение теплообмена. Тепловой поток и распределение температур в теле. Мощность теплового потока. Удельный тепловой поток. Три вида теплообмена. Сложные виды теплообмена.

Тема 2.2 Основные определения теплопроводности. Закон Фурье [1-3]

Теплопроводности неустановившаяся и установившаяся. Изотермы в сечении тела. Температурный градиент. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности и его величина для различных веществ.

Тема 2.3 Теплопроводность однослойной, многослойной и цилиндрической стенок [1-3]

Теплопроводность однослойной плоской стенки. Уравнение Фурье для такой стенки. Тепловое сопротивление стенки. Плоская трёхслойная стенка. Теплопроводность цилиндрической стенки.

Тема 2.4 Нестационарная теплопроводность [1-3]

Нестационарная теплопроводность характеризуется нестационарным температурным полем. Наиболее характерные из них: процессы нагревания и охлаждения. Изменение температур на поверхности и в центре тела связано с изменением теплового потока, что решается с помощью дифференциальных уравнений теплопроводности.

Тема 2.5 Коэффициент теплоотдачи. Закон Ньютона [1-3]

Определение конвективной теплоотдачи. Закон Ньютона. Коэффициент теплоотдачи и его зависимость от различных факторов. Примерные границы изменения коэффициента теплоотдачи в различных условиях.

Тема 2.6 Расчёт теплоотдачи с помощью теории подобия [1-3]

Возможность расчёта теплоотдачи аналитическим путём. Экспериментальный путь исследования теплоотдачи с помощью теории подобия. Критерии подобия и зависимости между ними. Порядок расчёта конвективной теплоотдачи.

Тема 2.7 Теплоотдача при фазовых превращениях [1-3]

Влияние фазовых превращений (кипения, конденсации и других) на характер теплоотдачи: при парообразовании, пузырьковом и плёночном кипениях, конденсации.

Тема 2.8 Тепловое излучение [1-3]

Понятие о тепловом излучении. Лучистая энергия с поверхностного слоя жидких и твердых тел. Объёмный характер излучения от газов. Преобразование лучистой энергии при попадании на другие тела. Тела абсолютно чёрные, белые, прозрачные и серые.

Тема 2.9 Законы теплового излучения [1-3]

Зависимость удельного лучистого теплового потока от температуры излучающего тела. Поглощательная способность серого тела. Зависимость излучаемой телом энергии от наклона лучистого потока к поверхности излучения.

Тема 2.10 Лучистый теплообмен между телами [1-3]

Лучистый теплообмен между двумя параллельными стенками. Лучистый теплообмен между двумя телами, когда одно целиком внутри другого. Лучистый теплообмен при наличии плоских экранов.

Тема 2.11 Излучение газов и пламени [1-3]

Особенности излучения газов и пламени. Степень черноты газов. Теплообмен излучением между газом и окружающей средой. Излучение пламени. Степень черноты пламени.

Тема 2.12 Теплопередача через плоскую однослойную стенку [1-3]

Определение теплопередачи и её зависимость от элементарных видов теплообмена. График теплопередачи через плоскую однослойную стенку, формула коэффициента теплопередачи.

Тема 2.13 Теплопередача через плоскую многослойную стенку [1-3]

График теплопередачи через плоскую трёхслойную стенку, формула коэффициента теплопередачи. Тепловое сопротивление теплопередачи.

Тема 2.14 Теплопередача через цилиндрическую стенку [1-3]

Тепловой поток через однослойную цилиндрическую стенку. Коэффициенты теплопередачи через однослойную и многослойную цилиндрические стенки.

Тема 2.15 Тепловая изоляция труб [1-3]

Цель тепловой изоляции и основное требование к ней. График тепловой изоляции трубы и формула полного линейного термического сопротивления. Критический диаметр изоляции. Зависимость теплопроводности изоляции от диаметра трубы.

Тема 2.16 Виды теплообменных аппаратов [1-3]

Назначение теплообменных аппаратов и их принципиальные виды. Разновидности рекуперативных теплообменных аппаратов.

Тема 2.17 Интенсификация теплопередачи в теплообменных аппаратах [1-3]

Пути интенсификации теплообменных аппаратов: Одновременное воздействие на оба теплоносителя, воздействие на теплоноситель с малым коэффициентом теплоотдачи.

Тема 2.18 Оребрение поверхностей теплообменных аппаратов [1-3]

Цель оребрения поверхностей. Характер распределения температур на оребренной стенке. Типы оребрений труб

Тема 2.19 Расчёт теплообменных аппаратов [1-3]

Тепловой расчёт теплообменных аппаратов как самых распространённых. Искомой величиной является рабочая поверхность – стенка, омываемая с обеих сторон теплоносителями. Если она задана, то рассчитываются конечные температуры теплоносителей

4.3. Содержание лабораторных работ

№ темы дисциплины	Наименование лабораторных работ
<i>4 семестр 2 курс</i>	
Раздел 1. Техническая термодинамика	
Тема 1.3 Измерение параметров состояния	Измерение параметров состояния [6] 1 час
Тема 1.4. Термодинамические процессы и циклы	Исследование термодинамического процесса [6] 1 час
Тема 1.5. Уравнение состояния	Использование уравнения состояния [6] 1 час
Тема 1.6. Газовые смеси	Параметры газовых смесей [6] 1 час
Тема 1.13. Изохорный процесс	Экспериментальное исследование изохорного процесса [6] 1 час
Тема 1.17. Политропный процесс и	Основные термодинамические процессы [6] 1 час

№ темы дисциплины	Наименование лабораторных работ
его обобщающее значение	
Тема 1.23. Термодинамическое сжатие в компрессорах	Термодинамическое сжатие в компрессоре [6] 1 час
Тема 1.25. Идеальный прямой цикл	Экспериментальное исследование цикла теплового двигателя [6] 1 час
Тема 1.26. Обобщённый цикл	Термодинамические циклы с идеальным газом [6] 1 час
Тема 1.31. Определение параметров реального газа	Использование водяного пара [6] 1 час
Тема 1.33. Циклы паротурбинной и холодильной установок	Термодинамический цикл с водяным паром [6] 1 час
<i>5 семестр 3 курс</i>	
Раздел 2. Теплопередача	
Тема 2.1. Виды теплообмена	Исследование теплопроводности однослойной плоской стенки [7] 2 часа
Тема 2.2. Основные определения теплопроводности. Закон Фурье	Исследование теплового сопротивления многослойной плоской стенки [7] 2 часа
Тема 2.3. Теплопроводность однослойной, многослойной и цилиндрической стенок	Исследование теплопроводности цилиндрической стенки [7] 2 часа
Тема 2.6. Расчёт теплоотдачи с помощью теории подобия	Исследование теплопередачи [7] 1,5 часа
Тема 2.6. Расчёт теплоотдачи с помощью теории подобия	Исследование теплоотдачи при использовании теории подобия [7] 1,5 часа
Тема 2.7. Теплоотдача при фазовых превращениях	Испытание теплоотдачи при естественной конвекции [7] 3 часа
Тема 2.7. Теплоотдача при фазовых превращениях	Испытание теплоотдачи при вынужденной конвекции [7] 3 часа
Тема 2.14. Теплопередача через цилиндрическую стенку	Исследование эффективности теплоизоляции труб [7] 3 часа
Тема 2.17. Интенсификация теплопередачи в теплообменных аппаратах	Исследование эффективности теплоизоляции труб [7] 3 часа
Тема 2.18. Оребрение поверхностей теплообменных аппаратов	Исследование теплопередачи при оребрении поверхности [7] 3 часа
Тема 2.19. Расчёт теплообменных аппаратов	Испытания двухтрубного теплообменного аппарата [7] 3 часа

4.4. Содержание практических занятий

Не предусмотрены

4.5. Курсовая работа

4.5.1. Соответствие темы (тем) дисциплины, работам, выполняемым в рамках курсового проектирования

№ раздела (темы) дисциплины	Работы, выполняемые по курсовому проектированию
<i>5 семестр (3 курс)</i>	
Раздел 1. Техническая термодинамики	
1.2. Рабочее тело и его параметры состояния	Определение параметров p, v, T в характерных точках
1.4. Термодинамические процессы и циклы	Построение эскизов цикла в $p-v$ и $T-s$ диаграммах
1.5. Уравнение состояния	Определение теплоты и работы в процессах. Расчёт КПД и мощности газового цикла. Построение диаграмм $p-v$ и $T-s$ в масштабе
1.10 Энтропия	Определение изменений энтропии в процессах
1.30 Превращение газа в пар и жидкость	Определение параметров в характерных точках и построение цикла
1.33. Циклы паротурбинной и холодильной установок	Расчёт КПД и мощности парового цикла

4.5.2. Структура курсовой работы

Наименование раздела	Объём		Часы	Ссылка на учебно-методическую литературу (разделы 6 - 9)
	графическая часть	текстовая часть		
1.2. Рабочее тело и его параметры состояния	-	3 листа формата А4	2	[1-3,8]
1.4. Термодинамические процессы и циклы	-	3 листа формата А4	2	[1-3,8]
1.5. Уравнение состояния	-	4 листа формата А4	2	[1-3,8]
1.10 Энтропия	-	3 листа формата А4	2	[1-3,8]
1.30 Превращение газа в пар и жидкость	-	5 листа формата А4	6	[1-3,8]
1.33. Циклы паротурбинной и холодильной установок	-	5 листа формата А4	6	[1-3,8]
Всего	-	30 страниц формата А4	20 часов	

4.6 Самостоятельная работа

Соответствие тем дисциплины самостоятельным работам, контроль самостоятельной работы

№ Темы дисциплины	Работы, выполняемые самостоятельно
Тема 1.1 Теплосиловая установка	Рабочее тело. Основные термодинамические параметры состояния. Основные законы идеальных газов [1-3]
Тема 1.2 Рабочее тело и его параметры состояния	Смеси газов. Массовые, объёмные и молярные доли. Парциальное давление, парциальный объём. Кажущаяся молярная масса и газовая постоянная смеси. [1-3]
Тема 1.3 Измерение параметров состояния	Теплота и работа. Полная и внутренняя энергия. Работа процесса и располагаемая работа. Теплоёмкость... Энтальпия. Энтропия [1-3]
Тема 1.4 Термодинамические процессы и циклы	Политропный, адиабатный, изотермический, изобарный, изохорный процессы. Их анализ: изображение и определение связи между основными термодинамическими параметрами [1-3]
Тема 1.5 Уравнение состояния	Связь между основными термодинамическими параметрами состояния. Уравнение состояния идеального газа [1-3]
Тема 1.6 Газовые смеси	Фазовые превращения. Процесс образования водяного пара. Теплота парообразования. Характерные состояния водяного пара. Диаграммы воды и водяного пара. Свойства и характеристики влажного воздуха [1-3]
Тема 1.7 Энергия рабочего тела и её виды	Полная энергия рабочего тела. Виды энергии в термодинамике [1-3]
Тема 1.8 Виды энергообмена	Теплообмен в энергетике. Способы передачи теплоты. Физические принципы процессов теплообмена [1-3]
Тема 1.9 Первый закон термодинамики	Возможности расходования теплоты. Теплота, внутренняя энергия и работа [1-3]
Тема 1.10 Энтропия	Энтропия как характеристика теплообмена и как параметр состояния. Изменение энтропии в изолированной системе [1-3]
Тема 1.11 Теплоёмкость	Теплоёмкость как способ определения теплоты. Зависимость теплоёмкости от различных факторов [1-3]
Тема 1.12 Энтальпия и первый закон термодинамики	Энтальпия как сумма двух видов энергии. Определение энтальпии через изобарную теплоёмкость. Формулировка Первого закона термодинамики через энтальпию [1-3]
Тема 1.13 Изохорный процесс	Основные термодинамические процессы и объём их исследования. Определение изохорного процесса. Уравнение состояния. Первый закон термодинамики Графические изображения. Коэффициент использования теплоты [1-3]
Тема 1.14 Изобарный процесс	Определение изобарного процесса. Уравнение состояния. Первый закон термодинамики Графические изображения. Коэффициент использования теплоты [1-3]
Тема 1.15 Изотермический процесс	Уравнение состояния. Первый закон термодинамики Графические изображения. Коэффициент использования теплоты [1-3]
Тема 1.16 Адиабатный процесс	Уравнение состояния. Первый закон термодинамики Графические изображения. Коэффициент использования теплоты [1-3]

№ Темы дисциплины	Работы, выполняемые самостоятельно
Тема 1.17 Политропный процесс и его обобщающее значение	Уравнение состояния. Первый закон термодинамики Графические изображения. Коэффициент использования теплоты [1-3]
Тема 1.18 Течение газов	Перемещение рабочего тела. Установившееся течение газа. Уравнение неразрывности [1-3]
Тема 1.19 Виды работ при течении газов	Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления [1-3]
Тема 1.20 Первый закон термодинамики для потока	Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления [1-3]
Тема 1.21 Сопла и диффузоры	Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления [1-3]
Тема 1.22 Течение газа в соплах и диффузорах	Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления [1-3]
Тема 1.23 Термодинамическое сжатие в компрессорах	Вытеснение среды рабочим телом. Виды работ при течении газов. Потенциальная энергия давления [1-3]
Тема 1.24 Второй закон термодинамики	Определение второго закона термодинамики. Диаграммы для пояснения второго закона термодинамики. Выводы из второго закона термодинамики. Второй закон термодинамики для обратных циклов [1-3]
Тема 1.25 Идеальный прямой цикл	Технические процессы идеального прямого цикла. Термодинамические процессы этого цикла. Порядок протекания процессов в идеальном прямом цикле. Меры для повышения КПД любого прямого цикла. Регенеративный цикл Карно [1-3]
Тема 1.26 Обобщённый цикл	Графическое представление цикла Карно в масштабе. Необходимость замены изотермы на изохору или изобару. Термодинамические процессы обобщённого цикла. Зависимость термического КПД от параметров цикла [1-3]
Тема 1.27 Циклы газотурбинных установок	Схема цикла ГТУ с подводом теплоты при постоянном объёме. Сравнение циклов ГТУ с изохорным и изобарным подводами теплоты. Регенеративный цикл ГТУ [1-3]
Тема 1.28 Циклы реактивных двигателей	Термодинамические циклы РД с адиабатным сжатием газообразного рабочего тела. Турбореактивный двигатель (ТРД). Реактивные двигатели с «изохорным» сжатием рабочего тела [1-3]
Тема 1.29 Циклы двигателей внутреннего сгорания	Три вида циклов ДВС: со смешанным подводом теплоты, с подводом теплоты при постоянном объёме и с продолженным расширением в турбине [1-3]
Тема 1.30 Превращение газа в пар и жидкость	Реальный газ и его диаграмма состояния. Степень сухости влажного пара и пограничные кривые [1-3]
Тема 1.31 Определение параметров реального газа	Зависимости между параметрами состояния реального газа. Уравнение состояния реального газа, таблицы и диаграммы [1-3]
Тема 1.33 Циклы паротурбинной и холодильной установок	Схема и термодинамический цикл паротурбинной установки. Холодильная установка, её схема и термодинамический цикл; особенности её работы [1-3]
Тема 2.1 Виды теплообмена	Определение теплообмена. Тепловой поток и распределение температур в теле. Мощность теплового потока. Удельный

№ Темы дисциплины	Работы, выполняемые самостоятельно
	тепловой поток. Три вида теплообмена [1-3]
Тема 2.3 Теплопроводность однослойной, многослойной и цилиндрической стенок	Теплопроводность однослойной плоской стенки. Тепловое сопротивление стенки. Плоская трёхслойная стенка. Теплопроводность цилиндрической стенки [1-3]
Тема 2.6 Расчёт теплоотдачи с помощью теории подобия	Экспериментальный путь исследования теплоотдачи с помощью теории подобия. Критерии подобия и зависимости между ними. Порядок расчёта конвективной теплоотдачи [1-3]
Тема 2.7 Теплоотдача при фазовых превращениях	Влияние фазовых превращений (кипения, конденсации и других) на характер теплоотдачи: при парообразовании, пузырьковом и плёночном кипениях, конденсации [1-3]
Тема 2.9 Законы теплового излучения	Зависимость удельного лучистого теплового потока от температуры излучающего тела. Поглощательная способность серого тела. Зависимость излучаемой телом энергии от наклона лучистого потока к поверхности излучения [1-3]
Тема 2.10 Лучистый теплообмен между телами	Лучистый теплообмен между двумя параллельными стенками. Лучистый теплообмен между двумя телами, когда одно целиком внутри другого. Лучистый теплообмен при наличии плоских экранов [1-3]
Тема 2.11 Излучение газов и пламени	Степень черноты газов. Теплообмен излучением между газом и окружающей средой. Излучение пламени. Степень черноты пламени [1-3]
Тема 2.13 Теплопередача через плоскую многослойную стенку	График теплопередачи через плоскую трёхслойную стенку, формула коэффициента теплопередачи. Тепловое сопротивление теплопередачи [1-3]
Тема 2.14 Теплопередача через цилиндрическую стенку	Тепловой поток через однослойную цилиндрическую стенку. Коэффициенты теплопередачи через однослойную и многослойную цилиндрические стенки [1-3]
Тема 2.15 Тепловая изоляция труб	Цель тепловой изоляции и основное требование к ней. График тепловой изоляции трубы и формула полного линейного термического сопротивления. Критический диаметр изоляции [1-3]
Тема 2.16 Виды теплообменных аппаратов	Назначение теплообменных аппаратов и их принципиальные виды. Разновидности рекуперативных теплообменных аппаратов [1-3]
Тема 2.17 Интенсификация теплопередачи в теплообменных аппаратах	Пути интенсификации теплообменных аппаратов: Одновременное воздействие на оба теплоносителя; воздействие на теплоноситель с малым коэффициентом теплоотдачи [1-3]
Тема 2.18 Оребрение поверхностей теплообменных аппаратов	Цель оребрения поверхностей. Характер распределения температур на оребренной стенке. Типы оребрений труб [1-3]
Тема 2.19 Расчёт теплообменных аппаратов	Тепловой расчёт теплообменных аппаратов. Рабочая поверхность. Расчёт конечных температур теплоносителей [1-3]

5. Фонд оценочных материалов для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

5.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы в части дисциплины

Контролируемая компетенция	Этапы формирования компетенции	Наименование темы (раздела) дисциплины	Наименование оценочного средства
ПК-2	I – формирование знаний	Раздел 1 Техническая термодинамики	Зачет
	II – формирование способностей		
	III - Интеграция способностей	Раздел 1 Техническая термодинамики	Курсовая работа
	IV - владение компетенцией	Раздел 2. Теплопередача	Экзамен
ПК-5	I – формирование знаний	Раздел 1 Техническая термодинамики	Зачет
	II – формирование способностей		
	III - интеграция способностей	Раздел 2. Теплопередача	Курсовая работа
ПК-31	II – формирование способностей	Раздел 1 Техническая термодинамики	Зачет
	III - интеграция способностей	Раздел 2. Теплопередача	Курсовая работа
ПК-32	I – формирование знаний	Раздел 1 Техническая термодинамики	Зачет
	II – формирование способностей	Раздел 2. Теплопередача	
ПК-35	I – формирование знаний	Раздел 1 Техническая термодинамики	Зачет
	II – формирование способностей	Раздел 1 Техническая термодинамики	Зачет
	III - интеграция способностей	Раздел 2. Теплопередача	Курсовая работа

5.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания,	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ПК- 2	I – формирование знаний	Зачет	Итоговый балл	Отметка «зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен».	Шкала порядка с рангами: «зачет» «незачет» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	II – формирование способностей			Отметка «не зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	
	III - Интеграция способностей	Выполнение и защита курсовой работы	Итоговая оценка	Итоговая оценка 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен».	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
	IV - владение компетенцией	Экзамен		Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	
ПК-5	I – формирование знаний	Зачет	Итоговый балл	Отметка «зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен».	Шкала порядка с рангами: «зачет» «незачет» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	II – формирование способностей			Отметка «не зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания,	Критерии оценивания	Шкала оценивания
	III - Интеграция способностей	Курсовая работа	Итоговая оценка	Итоговая оценка 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).
ПК-31	II – формирование способностей	зачет	Итоговый балл	Отметка «зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Отметка «не зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	Шкала порядка с рангами: «зачет» «незачет» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена
	III - Интеграция способностей	Курсовая работа	Итоговая оценка	Итоговая оценка 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

Шифр компетенции	Этапы формирования компетенции	Наименование оценочного средства	Показатели оценивания,	Критерии оценивания	Шкала оценивания
ПК-32	I – формирование знаний	Зачет	Итоговый балл	Отметка «зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен».	Шкала порядка с рангами: «зачет» «незачет» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	II – формирование способностей			Отметка «не зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	
ПК-35	I – формирование знаний	Зачет	Итоговый балл	Отметка «зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен».	Шкала порядка с рангами: «зачет» «незачет» Дихотомическая шкала «освоена –не освоена»
	II – формирование способностей			Отметка «не зачтено» соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен».	
	III - Интеграция способностей	Курсовая работа	Итоговая оценка	Итоговая оценка 3 (удовлетворительно), 4(хорошо) или 5 (отлично) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «освоен». Итоговый балл 2 (неудовлетворительно) соответствует критерию оценивания этапа формирования компетенции «не освоен»	Шкала порядка с рангами: 2 (неудовлетворительно), 3 (удовлетворительно), 4(хорошо), 5 (отлично).

5.3 Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и (или) навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

ЭТАП I - Формирование знаний

Примеры заданий для зачета

- 1 Виды термодинамических циклов
- 2 Методы теплотехнических экспериментов
- 3 Основные определения теплопроводности

ЭТАП II - Формирование способностей

Примеры заданий для зачета

- 1 Механические процессы термодинамических циклов и их очерёдность
- 2 Исходные данные для расчёта термодинамического цикла
- 3 Основные виды теплообмена

ЭТАП III - Интеграция способностей

Примеры заданий для защиты курсовой работы

- 1 Термодинамические процессы обобщённого цикла
- 2 Виды рабочего тела в теплосиловых установках
- 3 Основные виды теплопроводности

ЭТАП IV - Владение компетенцией

Примеры вопросов для экзамена

- 1 Термодинамические процессы прямых и обратных циклов
- 2 Типы теплосиловых установок
- 3 Основные понятия теории теплообмена

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

5.4.1 Методика оценки зачета

Зачет по дисциплине выставляется по итогам работы обучающегося в течение семестра, при условии выполнения требований рабочей программы дисциплины. При своевременном выполнении и защите, требуемых работ оценка «зачтено» выставляется без специального собеседования.

5.4.2 Методика оценки курсовой работы

Оценка «отлично» ставится студенту, который в срок, в полном объеме в соответствии с заданием выполнил курсовую работу. При защите и написании работы студент продемонстрировал навыки и умения, формируемые в результате освоения компетенции. Тема, заявленная в работе раскрыта полностью, все выводы студента подтверждены материалами. В ходе защиты студент демонстрирует необходимый уровень сформированности всех предусмотренных этапов компетенций, дает четкие ответы на поставленные вопросы, свободно владеет понятийным аппаратом.

Оценка «хорошо» ставится студенту, который выполнил курсовую работу, но с незначительными замечаниями (описки, грамматические ошибки и т.д.). Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер. В ходе защиты демонстрирует сформированные на достаточном уровне знания, умения и навыки, указанных в рабочей программе этапов освоения компетенции, допускает непринципиальные неточности при ответах на вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится студенту, который допустил просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, сделал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. При защите демонстрирует не до конца сформированные этапы компетенции и знания только основного материала, допускает ошибки принципиального характера при ответах на вопросы.

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, который не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

5.4.3 Методика оценки экзамена

Экзаменационный билет содержит три вопроса, направленные на оценку знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенции, охватывающих основные понятия, изучаемые в дисциплине.

Экзамен проводится в письменном виде.

Оценка за экзамен выставляется в соответствии с приведенными ниже требованиями.

2 (неудовлетворительно) - выставляется обучающемуся, если хотя бы одно из заданий не выполнено или выполнено не в полном объеме и/или один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые привели к значительному искажению итогового результата

3 (удовлетворительно) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, однако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, которые повлекли незначительное искажение итогового результата.

4 (хорошо) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме, од-

нако один или несколько ответов имеют ошибки в содержании и/или выводах, не влияющие (или слабо влияющие) на итоговый результат.

5 (отлично) – выставляется обучающемуся, если все задания выполнены в соответствии с требованиями экзаменационного билета, в полном объеме и без ошибок.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) Основная литература

1. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т., том 1. термодинамика и теория теплообмена [Электронный ресурс] : Учебник / Ерофеев В.Л., Пряхин А.С., Семенов П.Д. - М : Издательство Юрайт, 2018. - 308. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - 1-е издание. - Internet access. - ISBN 978-5-534-01738-0 : 749.00, 4. — Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/652E53CB-3354-457F-B579-D52E501F0529> . – Загл. с экрана

2. Ерофеев, В. Л. Теплотехника в 2 т. том 2. энергетическое использование теплоты [Электронный ресурс] : Учебник / Ерофеев В.Л., Пряхин А.С., Семенов П.Д. - М : Издательство Юрайт, 2018. - 198. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - 1-е издание. - Internet access. - ISBN 978-5-534-01850-9 : 519.00, 4. — Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/652E53CB-3354-457F-B579-D52E501F0529> . – Загл. с экрана

3. Ерофеев, В. Л. Теплотехника. практикум [Электронный ресурс] : Учебное пособие / Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред. - М : Издательство Юрайт, 2018. - 395. - (Профессиональное образование). - 1-е издание. - Internet access. - ISBN 978-5-534-06939-6 : 929.00, 4. — Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru/book/DF3759CB-ED53-4C48-9E83-1BAD6F4437BD> . – Загл. с экрана

б) дополнительная литература

4 Луканин В.Н, Теплотехника (Текс): Учеб. для вузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер, С.Г. Нечаев, И.Е. Иванов, Л.М. Матюхин, К.А. Морозов/ - М.: Высш. шк., 2000. - 671 с

5 Сборник задач по теплотехнике (Текст): учебное пособие/ Б.А. Колапков, В.Д. Сисин, А.М. Пичурин, О.Г. Хатеев/ - Новосибирск: Новосиб. Гос. Академ. Водн. Транс., 2006 – 157 с.

7 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

6 Колпаков Б.А. Лабораторный практикум по теплотехнике: метод. указания по выполнению лабораторных работ (Текст, ЭБ): /Б.А. Колапков, В.Д. Сисин/ - Новосибирск: Новосиб. Гос. Акад. Вод. Транс., 2010 – 34 с (48).

7 Колпаков Б.А. Термодинамический анализ комбинированной установки. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Теплофизические основы судовой энергетики» для студентов специальности 120200 – судовые энергетические установки. – Новосибирск НГАВТ, 1999. 22с.

8 Сисин В.Д. Термодинамические процессы в судовых энергетических установках: методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Техническая термодинамика и теплопередача» /В.Д. Сисин. Новосибирск: НГАВТ. – 2013. – 36 с.

8. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

9 Новиков, И. И. Термодинамика [Электронный ресурс] / Новиков Иван Иванович ; И. И. Новиков. - Москва : Лань, 2009. - 589 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Предм. указ.: с. 586-587. - ISBN 978-5-8114-0987-7. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/286> . – Загл. с экрана

9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет, необходимых для освоения дисциплины

10 Сибирский государственный университет водного транспорта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ssuwt.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Пакет прикладных офисных программ, включающий в себя текстовый процессор, средства просмотра pdf-файлов и средства работы с графикой.
- Комплект презентаций.
- Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com/>.

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий с указанием номера кабинета и корпуса, в котором они расположены	Перечень основного оборудования
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий	Учебно-наглядные пособия: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный
Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий.	Учебно-наглядные пособия: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, класс компьютерный
Учебная аудитория для самостоятельной работы обучающихся (Учебно-лабораторный корпус № 1, ауд. 307)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
Учебная аудитория для проведения курсового проектирования (выполнения курсовых работ),	Компьютерное оборудование с необходимым программным и методическим обеспечением.