МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»
(РУТ (МИИТ)

Рабочая программа дисциплины (модуля),
как компонент образовательной программы
высшего образования - программа специалитета
по специальности
26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок,
утвержденной первым проректором РУТ (МИИТ)
Тимониным В.С.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Техническая термодинамика и теплопередача

Специальность: 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок

Специализация: Эксплуатация судовых энергетических установок, включая МАНС

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины (модуля) в виде электронного документа выгружена из единой корпоративной информационной системы управления университетом и соответствует оригиналу

Простая электронная подпись, выданная РУТ (МИИТ)
ID подписи: 1093451
Подписал: заведующий кафедрой Зябров Владислав Александрович
Дата: 06.07.2024

1. Общие сведения о дисциплине (модуле).

Целями дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача» являются общепрофессиональное развитие личности обучающегося и подготовка к проектной деятельности и овладение соответствующими компетенциями в рамках задач, решаемых дисциплиной

Задачами освоения дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача» являются:

• формирование знаний об общих законах термодинамика и теплопередача и ознакомлении с методами расчета процессов, происходящих в судовом оборудовании;

• ознакомление обучающихся с термодинамическими явлениями и процессами, встречающимися в энергетических объектах, на основе законов физики и термодинамики;

• освоение и понимание принципов преобразования теплоты в работу, особенностей процессов, связанных с течением упругих жидкостей – истечения, дросселирования, эжектирования и торможения газов и паров;

• формирование у обучающихся представлений о способах передачи теплоты (конвекция, излучение и теплопроводность);

• ознакомление с методами расчёта теплообменных аппаратов.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю).

Перечень формируемых результатов освоения образовательной программы (компетенций) в результате обучения по дисциплине (модулю):

ОПК-2 - Способен применять естественнонаучные и общеинженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности;

ОПК-3 - Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные.

Обучение по дисциплине (модулю) предполагает, что по его результатам обучающийся будет:

Уметь:

применять основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности;

обрабатывать экспериментальные данные, интерпретировать и профессионально представлять полученные результаты;

Знать:

основные законы естественнонаучных дисциплин, связанные с профессиональной деятельностью;

способы измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методы обработки и представления экспериментальных данных;

Владеть:

навыками применения основных законов естественнонаучных дисциплин, связанные в профессиональной деятельности;

навыками работы с измерительными приборами и инструментами;

3. Объем дисциплины (модуля).

3.1. Общая трудоемкость дисциплины (модуля).

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 5 з.е. (180 академических часа(ов).

3.2. Объем дисциплины (модуля) в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении учебных занятий:

Тип учебных занятий	Количество часов	
	Всего	Семестр №4
Контактная работа при проведении учебных занятий (всего):	64	64
В том числе:		
Занятия лекционного типа	32	32
Занятия семинарского типа	32	32

3.3. Объем дисциплины (модуля) в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации составляет 116 академических часа (ов).

3.4. При обучении по индивидуальному учебному плану, в том числе при ускоренном обучении, объем дисциплины (модуля) может быть реализован полностью в форме самостоятельной работы обучающихся, а также в форме контактной работы обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации образовательной программы на иных условиях, при проведении промежуточной аттестации.

4. Содержание дисциплины (модуля).

4.1. Занятия лекционного типа.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
1	Термодинамика. Основные понятия Рассматриваемые вопросы: Теплота и механическая работа. Понятие энергии. Основные категории и размерности в теплоэнергетике. Газ как рабочее тело теплового двигателя (ТД). Равновесное состояние газа как термодинамической системы. Термодинамическая система. Рабочее тело. Термодинамическое состояние. Параметры состояния и уравнение состояния. Понятие обратимости, равновесные и неравновесные процессы.Смеси рабочих тел. Основные свойства идеальных газов, газовых смесей. Парциальное давление. Закон Дальтона. Теплоемкость. Удельные теплоёмкости и связи между ними.
2	Законы термодинамики Рассматриваемые вопросы: Закон превращения и сохранения энергии. Внутренняя энергия, теплота и работа как энергетические характеристики термодинамического процесса. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Вычисление работы и её изображение в координатах P-V. Понятие об энтальпии. Первый закон термодинамики для потока. Классические формулировки второго закона термодинамики. Идеальный, регенеративный и эквивалентный термодинамические циклы Карно. Термодинамические процессы и циклы. Общие формулы и положения термодинамических процессов: изохорного, изобарного, изотермического, адиабатного. Политропные процессы и их анализ. Термодинамические циклы. Термодинамический КПД и холодильный коэффициент. Энтропия. Изменение энтропии в необратимых процессах. Пределы применимости второго закона термодинамики. Общие методы анализа термодинамических циклов. Эксергия. Реальные газы и пары. Уравнения состояния реальных газов. Водяной пар и его характерные состояния. Термодинамические процессы изменения состояния водяного пара. Термодинамические таблицы и диаграммы для водяного пара. Термодинамика потоков. Основные уравнения процессов течения упругой жидкости. Истечение из сужающих сопел. Максимальные значения скорости и расхода. Критическое отношение давлений. Скорость звука. Связь формы канала с характером истечения упругой жидкости. Сопло Лаваля. Дросселирование газов и паров. Техническое применение процесса дросселирования. Рабочий процесс сжатия газов в компрессоре. Индикаторная диаграмма одноступенчатого компрессора. Многоступенчатый компрессор. Экономичность компрессора и методы её повышения.
3	Понятие о термодинамическом цикле Рассматриваемые вопросы: Понятие о термодинамическом цикле (ТЦ). ТЦ теплового двигателя (ТД) и холодильной установки (ХУ). Коэффициент полезного действия ТД. ТЦ Карно. Теоремы Карно. Необратимость в термодинамических процессах Термодинамический цикл двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Термодинамика фазовых переходов. Теоретические циклы паротурбинных установок Зависимость термодинамического КПД цикла Ренкина от его параметров и теплофизических свойств рабочего тела. Теоретические циклы газотурбинных установок. Теоретический цикл поршневого компрессора (без вредного пространства и при его наличии). Фазовые переходы. Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Двухфазные системы. Термодинамические диаграммы состояния вещества. Химическая термодинамика. Закон Гесса. Принцип Ле Шателье. Двигатели Стирлинга, Ванкеля, Баландина.

№ п/п	Тематика лекционных занятий / краткое содержание
4	Теория теплообмена. Рассматриваемые вопросы: Основные задачи и развитие теории теплообмена. Основные понятия и определения. Теплопроводность. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Расчёт теплопроводности плоских и цилиндрических одно- и многослойных стенок. Теплопроводность тел произвольной формы. Нестационарная теплопроводность. Регулярный режим. Конвекция. Конвективный теплообмен (теплоотдача). Закон Ньютона-Рихмана. Коэффициент теплоотдачи и его методы определения. Уравнение конвективного теплообмена. Краевые и пограничные условия. Сущность и методы теории подобия и теплового моделирования. Признаки подобия. Основные критерии гидродинамического и теплового подобия. Теплоотдача при свободной конвекции. Теплоотдача при вынужденной конвекции в трубах и каналах (внутренняя задача). Теплоотдача при обтекании одиночных труб и пучков труб (внешняя задача). Теплоотдача при фазовых переходах: кипении и конденсации. Методы интенсификации процессов конвективного теплообмена. Излучение. Лучистый теплообмен. Основные понятия. Законы теплового излучения Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Экранирование. Расчёт лучистого теплообмена между телами с различным расположением теплообменных поверхностей. Теплопередача. Теплопередача через плоские и цилиндрические стенки. Коэффициент теплопередачи и методы его повышения Эквивалентная стенка. Тепловая изоляция. Критический диаметр изоляции. Интенсификация теплообмена. Турбулизация, оребрение, замена теплоносителей. Основы массообмена. Диффузия. Законы Фика.
5	Теплообменные аппараты Рассматриваемые вопросы: Виды теплообменников. Основы расчёта теплообменных аппаратов. Средний температурный напор. Основы моделирования теплообменных аппаратов и теплообменных устройств. Основы расчета теплообменных аппаратов. Топливо и основы горения. Теплогенерирующие устройства. Обратный цикл Карно. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл компрессионной холодильной установки. Абсорбционная холодильная установка. Принцип работы теплового насоса. Холодильный коэффициент и методы его повышения.
6	Основы энергосбережения Рассматриваемые вопросы: Применение теплоты в отрасли. Охрана окружающей среды. Тепловые загрязнения и борьба с ними. Основы энергосбережения. Внедрение современных технологий. Вторичные энергетические ресурсы. Турбогенераторы на низкокипящем рабочем теле.

4.2. Занятия семинарского типа.

Практические занятия

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
1	Уравнение состояния газа В результате работы на практическом занятии студент выполняет проверку уравнение состояния идеального газа
2	Термодинамические свойства атмосферного воздуха В результате работы на практическом занятии студент изучает термодинамические свойства атмосферного воздуха и доказывает что воздух при обычных атмосферных условиях можно считать идеальным газом

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
3	Исследование возрастания энтропии в необратимых процессах В результате работы на практическом занятии студент изучает действительные термодинамические процессы
4	Определение теплоемкости металлов калориметрическим методом В результате работы на практическом занятии студент: - изучает основные положения классической и квантовой теории теплоемкости; - определяет, используя калориметрический метод, удельную теплоемкость металлического образца
5	Измерение удельной теплоты плавления льда В результате работы на практическом занятии студент: - изучает свойства вещества при фазовом переходе; - определяет, используя калориметрический метод, удельную теплоту плавления льда
6	Закон трения Ньютона. Определение коэффициента динамической вязкости В результате работы на практическом занятии студент изучает закон трения Ньютона
7	Изучение конструкции и принципа работы поршневого компрессора В результате работы на практическом занятии студент изучает устройство и работу поршневого компрессора на примере одноступенчатого поршневого компрессора с приводом от двигателя постоянного тока, последовательность перемещения элементов конструкции качающего блока
8	Индикаторная диаграмма процесса сжатия воздуха в компрессоре В результате работы на практическом занятии студент выполняет: – экспериментальную запись диаграммы сжатия воздуха в компрессоре при одноступенчатом сжатии, сопоставление полученных данных с теоретическими сведениями; – экспериментальную запись диаграммы процесса двухступенчатого сжатия воздуха в компрессоре при двухступенчатом сжатии с промежуточным охлаждением, сопоставление полученных данных с теоретическими сведениями
9	Определение показателя политропы при различных процессах В результате работы на практическом занятии студент определяет показатель политропы для процесса сжатия воздуха в каждой ступени компрессора в зависимости от давления нагнетания
10	Определение количества отводимого тепла при промежуточном охлаждении воздуха между ступенями В результате работы на практическом занятии студент определяет зависимости количества отводимого тепла от давления нагнетания компрессора
11	Охлаждение воздуха при адиабатическом истечении из ресивера В результате работы на практическом занятии студент определяет зависимости минимальной температуры воздуха от начального давления в ресивере при расширении до атмосферного давления
12	Изучение зависимости интенсивности потока теплового излучения от расстояния до источника излучения В результате работы на практическом занятии студент проводит измерение интенсивности светового потока в зависимости от расстояния между источником излучения и датчиком освещённости
13	Определение коэффициента отражения поверхностей различного типа Определение коэффициента отражения поверхностей различного типа В результате работы на практическом занятии студент проводит экспериментальное определение коэффициента отражения поверхностей различного типа
14	Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения Определение коэффициента теплопередачи при движении жидкости в трубе при различных скоростях течения

№ п/п	Тематика практических занятий/краткое содержание
	В результате работы на практическом занятии студент проводит экспериментальное построение зависимости коэффициента теплоотдачи от скорости течения жидкости в трубе
15	Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника Определение передаваемой тепловой мощности теплообменника В результате работы на практическом занятии студент проводит: - изучение влияния направления движения теплоносителя на передаваемую мощность и коэффициент теплопередачи теплообменника типа «труба в трубе»; - изучение влияния направления движения теплоносителя на передаваемую мощность и коэффициент теплопередачи кожухотрубного теплообменника; - изучение влияния расхода теплоносителя на передаваемую мощность и коэффициент теплопередачи воздушно-водяного теплообменника
16	Определение КПД теплообменника Определение КПД теплообменника В результате работы на практическом занятии студент поводит: - изучение коэффициента полезного действия теплообменника типа «труба в трубе» при прямотоке; - изучение коэффициента полезного действия теплообменника типа «труба в трубе» при противотоке; - изучение коэффициента полезного действия кожухотрубного теплообменника; - изучение коэффициента полезного действия проточного нагревателя

4.3. Самостоятельная работа обучающихся.

№ п/п	Вид самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим занятиям
2	Работа с лекционным материалом, литературой
3	Выполнение курсовой работы.
4	Подготовка к промежуточной аттестации.
5	Подготовка к текущему контролю.

4.4. Примерный перечень тем курсовых работ

1. Расчет ТОА судового дизеля мощность 300 кВт для охлаждения наддувочного воздуха

2. Расчет ТОА судового дизеля мощность 300 кВт для охлаждения смазочного масла

3. Расчет ТОА судового дизеля мощность 300 кВт для охлаждения воды внутреннего контура

4. Расчет ТОА судового дизеля мощность 700 кВт для охлаждения наддувочного воздуха

5. Расчет ТОА судового дизеля мощность 700 кВт для охлаждения смазочного масла

6. Расчет ТОА судового дизеля мощность 700 кВт для охлаждения воды внутреннего контура

7. Расчет ТОА судового дизеля мощность 1000 кВт для охлаждения наддувочного воздуха

8. Расчет ТОА судового дизеля мощность 1000 кВт для охлаждения смазочного масла

9. Расчет ТОА судового дизеля мощность 1000 кВт для охлаждения воды внутреннего контура

10. Расчет ТОА судового дизеля мощность 10000 кВт для охлаждения наддувочного воздуха

11. Расчет ТОА судового дизеля мощность 10000 кВт для охлаждения смазочного масла

12. Расчет ТОА судового дизеля мощность 10000 кВт для охлаждения воды внутреннего контура

5. Перечень изданий, которые рекомендуется использовать при освоении дисциплины (модуля).

№ п/п	Библиографическое описание	Место доступа
1	Семенов, Ю. П. Теплотехника : учебник / Ю. П. Семенов, А. Б. Левин. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2023. — 400 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/7972. - ISBN 978-5-16-010104-0. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/1939094. – Режим доступа: по подписке.
2	Епифанов, В.С. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс] / В.С. Епифанов, А.М. Степанов. - Москва : Альтаир-МГАВТ, 2015. - 64 с. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/522654
3	Кудинов, В. А. Теплотехника: Учебное пособие / В.А. Кудинов, Э.М. Карташов, Е.В. Стефанюк. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2019. - 424 с.: ил.; - (Высшее образование). - ISBN 978-5-905554-80-3. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/977184. – Режим доступа: по подписке.
4	Епифанов, В. С. Техническая термодинамика и теплопередача [Электронный ресурс] : методические рекомендации / В. С. Епифанов. -	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/458767

	Москва : Альтаир-МГАВТ, 2013. - 40 с. - Текст : электронный.	
5	Епифанов, В. С. Теплотехника. Сборник контрольных заданий [Электронный ресурс] / В. С. Епифанов. - Москва : МГАВТ, 2008. - 63 с., 17 ил., 10 табл. - Текст : электронный.	ЭБС ZNANIUM.COM [https://znanium.com] - URL: https://znanium.com/catalog/product/403786
6	Д.А. Попов Техническая термодинамика и теплопередача. Учебно-методическое пособие к курсовой работе. – М.: РУТ (МИИТ), 2025 – 54 стр.	ЭБС НТБ РУТ (МИИТ) https://library.miit.ru/bookscatalog/2024/TTiT.pdf

6. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, которые могут использоваться при освоении дисциплины (модуля).

Официальный сайт РУТ (МИИТ) (https://www.miit.ru/);

Официальный сайт Минтранса России (https://mintrans.gov.ru/);

Электронно-библиотечная система "ZNANIUM.COM" https://znanium.com

Справочная правовая система «Консультант Плюс» http://www.consultant.ru

Сайт Научно-технической библиотеки РУТ (МИИТ) http://library.miit.ru

Сайт Российской государственной библиотеки http://www.rsl.ru

Сайт Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU http://elibrary.ru

ФАУ Российское Классификационное Общество https://rfclass.ru

Сайт Государственной публичной научно-технической библиотеки России http://www.gpntb.ru

Российский морской регистр судоходства http://www.rs-class.org/ru/

Сайт Всероссийского института научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) http://www.viniti.ru

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, необходимого для освоения дисциплины (модуля).

Операционная система (Полная лицензионная версия)

Офисный пакет приложений Office (Word, Excel, PowerPoint) (Полная лицензионная версия)

Система автоматизированного проектирования Компас

ПО к тренажеру судовой энергетической установки Medium Speed Engine Room (MSER)

ПО к тренажеру машинного отделения ERT 6000

ПО к тренажеру машинного отделения ERS 5000

Комплект мультимедийных обучающих модулей и мультимедийных тренажерных программ UNITEST

Специализированная программа для совместной работы ПК с лабораторным стендом

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой и наборами демонстрационного оборудования.

2. Помещения для проведения практических занятий, оснащенные следующим оборудованием: комплекс учебных стендов судовых тепловых двигателей, деталей ДВС, вспомогательных механизмов и их элементов, специализированные учебные комплексы судового оборудования, набор контрольно-измерительных приборов.

9. Форма промежуточной аттестации:

Курсовая работа в 4 семестре.

Экзамен в 4 семестре.

10. Оценочные материалы.

Оценочные материалы, применяемые при проведении промежуточной аттестации, разрабатываются в соответствии с локальным нормативным актом РУТ (МИИТ).

Авторы:

старший преподаватель кафедры «Судовые энергетические установки, электрооборудование судов и автоматизация» Академии водного транспорта Д.А. Попов

Согласовано:

Заведующий кафедрой СЭУ В.А. Зябров

Председатель учебно-методической комиссии А.А. Гузенко