

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ИТТСУ



П.Ф. Бестемьянов

08 сентября 2017 г.



Кафедра "Теплоэнергетика железнодорожного транспорта"

Автор Минаев Борис Николаевич, д.т.н., профессор

АННОТАЦИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

«Техническая термодинамика»

Направление подготовки:	<u>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</u>
Профиль:	<u>Промышленная теплоэнергетика</u>
Квалификация выпускника:	<u>Бакалавр</u>
Форма обучения:	<u>очная</u>
Год начала подготовки	<u>2016</u>

<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании Учебно-методической комиссии института Протокол № 1 06 сентября 2017 г. Председатель учебно-методической комиссии</p>  <p style="text-align: right;">С.В. Володин</p>	<p style="text-align: center;">Одобрено на заседании кафедры</p> <p style="text-align: center;">Протокол № 2 04 сентября 2017 г. Заведующий кафедрой</p>  <p style="text-align: right;">Б.Н. Минаев</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

1. Цели освоения учебной дисциплины

Термодинамика изучает закономерности взаимного превращения тепловой и механической энергии.

Целью освоения учебной дисциплины «Техническая термодинамика» является формирование в процессе подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» с профилем «Промышленная теплоэнергетика» компетенций, позволяющих с привлечением методов термодинамики производить анализ эффективности циклов теплоэнергетических систем и установок, выполнять расчеты и проектирование различных видов тепловых двигателей, а также компрессоров; всевозможного тепло-технического оборудования: сушильного, холодильного, теплонасосного и т.п., основываясь на свойствах рабочих тел и теплоносителей

2. Место учебной дисциплины в структуре ОП ВО

Учебная дисциплина "Техническая термодинамика" относится к блоку 1 "Дисциплины (модули)" и входит в его базовую часть.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
ОПК-2	способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ПК-4	способностью к проведению экспериментов по заданной методике, обработке и анализу полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата

4. Общая трудоемкость дисциплины составляет

8 зачетных единиц (288 ак. ч.).

5. Образовательные технологии

В процессе обучения должны использоваться интерактивные формы проведения занятий, связанные с обсуждением теплофизических проблем дисциплины «Тепломассообмен» и приложением закономерностей тепло- и массопереноса к решению практических задач специальности. В соответствии с учебным планом объем интерактивной формы обучения соответствует следующему количеству часов: в третьем семестре – 27 часов; в четвертом семестре – 9 часов..

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

РАЗДЕЛ 1

Основные понятия термодинамики

Тема: Понятие о технической термодинамике. Термодинамическая система и окружающая среда. Рабочее тело. Параметры состояния термодинамической системы. Простое тело. Уравнение состояния. Термодинамический процесс (равновесный, неравновесный,

обратимый, необратимый, круговой). Процессы, рассматриваемые в технической термодинамике. Функции состояния простого тела

РАЗДЕЛ 2

Уравнение состояния идеальных газов

Тема: Идеальный и неидеальный газы. Температура (температурные шкалы), давление (абсолютное, избыточное, разрежение), удельный объем. Физические и технические нормальные условия. Уравнение состояния идеальных газов (Клапейрона, Клапейрона-Менделеева). Газовая постоянная. Закон Авогадро. Универсальная газовая постоянная. Уравнение состояния реальных газов (Ван-дер-Ваальса)

РАЗДЕЛ 3

Первый закон термодинамики

Тема: Теплота, внутренняя энергия, работа расширения. Аналитическое выражение первого закона термодинамики. Теплоемкость тела: полная, удельные массовая, объемная, мольная, изобарная, изохорная, истинная и средняя. Уравнение Майера. Энтальпия. Формулировка первого закона термодинамики с помощью энтальпии

РАЗДЕЛ 4

Циклы Карно

Тема: Прямой обратимый цикл Карно – цикл идеального теплового двигателя. КПД цикла Карно. Обратный обратимый цикл Карно – цикл идеальной холодильной машины, теплового насоса. Холодильный и теплонасосный коэффициенты. Значение цикла Карно в термодинамике. Регенеративный цикл

РАЗДЕЛ 5

Второй закон термодинамики

Тема: Энтропия как функция состояния тела. Тепловая теорема Нернста. T-s-диаграмма. Изменение энтропии при нагревании и охлаждении тела. Формулировки второго закона термодинамики. «Горячий» и «холодный» источники теплоты. Вечные двигатели первого и второго рода. Термический коэффициент полезного действия цикла. Принципиальное отличие необратимых и обратимых процессов на примере расширения газа в цилиндре с поршнем. Изменение энтропии изолированной системы при самопроизвольном термодинамическом процессе

РАЗДЕЛ 6

Термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах

Тема: Составляющие метода исследования процессов. Изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы

РАЗДЕЛ 7

Термодинамические процессы реальных газов

Тема: p-v, T-s, h-s – диаграммы водяного пара. Изображения термодинамических процессов на диаграммах

РАЗДЕЛ 8

Смеси идеальных газов

Тема: Закон Дальтона. Парциальное давление. Массовая, объемная, мольная доли ком-

понента. Приведенный объем. Газовая постоянная смеси газов и кажущаяся молекулярная масса смеси. Теплоемкости смеси газов (изохорные и изобарные) в идеальном приближении

РАЗДЕЛ 9

Влажный воздух

Тема: Насыщенный и ненасыщенный. Температура «точки росы». Абсолютная и относительная влажности воздуха. Влажно-содержание. Изобарная теплоемкость и энтальпия влажного воздуха. $h-d$ – диаграмма влажного воздуха. Процессы изменения состояния влажного воздуха на $h-d$ – диаграмме

РАЗДЕЛ 10

Уравнение первого закона термодинамики для потока (открытой термодинамической системы)

Тема: Техническая работа. Работа вытеснения. Выражение первого закона термодинамики для потока. Простейшие примеры применения первого закона термодинамики для открытой системы: теплообменный аппарат, тепловой двигатель, компрессор

РАЗДЕЛ 11

Основные закономерности течения газа в соплах и диффузорах

Тема: Уравнение неразрывности потока. Сопла и диффузоры. Истечение из суживающегося сопла (скорость истечения, массовый расход газа, критическое соотношение давлений, критическая скорость истечения, максимальный секундный расход газа). Комбинированное сопло Лаваля. Расчет процесса истечения с помощью $h-s$ – диаграммы. Скоростной коэффициент сопла

РАЗДЕЛ 12

Дросселирование газов и паров

Тема: Определение и особенности процесса дросселирования. Изменение температуры газа в процессе дросселирования (эффект Джоуля-Томсона, дроссель-эффект, температура инверсии)

РАЗДЕЛ 13

Сжатие газа в компрессоре

Тема: Сжатие газа в одноступенчатом поршневом компрессоре. Многоступенчатое сжатие в поршневом компрессоре. Работа сжатия в поршневом и лопаточном компрессорах. Струйный компрессор

РАЗДЕЛ 14

Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС)

Тема: Обобщенный цикл тепловых двигателей (со смешанным изохорно-изобарным подводом теплоты). Цикл ДВС с изохорным подводом теплоты. Цикл ДВС с изобарным подводом теплоты. Сравнение циклов ДВС. Цикл двигателя Стирлинга

РАЗДЕЛ 15

Циклы газотурбинных установок

Тема: Циклы ГТУ: с адиабатным сжатием и изобарным подводом теплоты, с изотермическим сжатием и изобарным подводом теплоты, с изотермическим сжатием и

изотермическим расширением, с изохорным подводом теплоты, с замкнутым циклом.
Регенерация теплоты в циклах ГТУ

РАЗДЕЛ 16

Циклы паросиловых установок

Тема: Циклы Карно и Ренкина. Определение теоретического расхода пара и термического КПД цикла ПСУ по $h-s$ – диаграмме. Цикл с повторным перегревом пара. Регенеративный цикл. Цикл ТЭЦ. Сравнение совместной и отдельной выработки электрической и тепловой энергии. Бинарные ПСУ (парогазовый цикл)

РАЗДЕЛ 17

Установки для непосредственного преобразования тепловой энергии в электрическую

Тема: Комбинированные установки с МГД-генераторами. Принцип работы МГД-генератора. МГД-установки открытого и закрытого типов. Термоэлектрический генератор

РАЗДЕЛ 18

Циклы холодильных машин. Тепловые насосы

Тема: Рабочие тела холодильных машин. Холодильные машины: воздушная, парокомпрессионная, парожеткционная, абсорбционная, электротермическая. Теплонасосные установки

РАЗДЕЛ 19

Трансформаторы теплоты

Тема: Рабочие тела холодильных машин. Холодильные машины: воздушная, парокомпрессионная, парожеткционная, абсорбционная, электротермическая. Теплонасосные установки

РАЗДЕЛ 20

Эксергия и эксергетический метод исследования термодинамических процессов

Тема: Эксергия. Эксергетический КПД. Эксергетический анализ основных обратимых термодинамических процессов. Эксергетический метод исследования с учетом необратимых явлений

РАЗДЕЛ 21

Основы химической термодинамики

Тема: Теплота химической реакции. Типы реакций. Применение первого закона термодинамики к химическим реакциям. Закон Гесса и его следствия. Максимальная теплота химической реакции. Зависимость ее от температуры. Применение второго закона термодинамики к химическим реакциям. Максимальная работа химической реакции. Константа равновесия химической реакции. Зависимость максимальной работы химической реакции от константы равновесия.

РАЗДЕЛ 22

Понятие о термодинамике необратимых процессов

Тема: Основы теории Онсагера. Применение теории Онсагера к анализу процессов теплопроводности и термоэлектрических эффектов