

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образова-
ния «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

Миссия
С.Т.Князев
«20» _____ 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Рекомендована Учебно-методическим советом Физико-технологического института
для направлений подготовки и специальностей

| Код ООП | Направление/ Специальность | Направленность (профиль) про- граммы маги- стратуры/ специ- ализации | Номер учебно- го плана | Код дисци- плины по учебному плану |
|----------------|--|--|---------------------------|---|
| 18.05.02/02.01 | Химическая техноло- гия материалов со- временной энергети- ки (ФГОС ВО) | Химическая техно- логия материалов современной энер- гетики | 5073 | Б1.36 |

Екатеринбург, 2018

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

| № | ФИО | Ученая степень, ученое звание | Должность | Кафедра | Подпись |
|---|--------------------------------|----------------------------------|-----------|---|---------|
| 1 | Толмачёв Евгений Михайлович | д.т.н. | профессор | Теорети- ческой теплотех- ники | |

Рабочая программа одобрена на заседании кафедр (учебно-методических советов):

| № | Наименование кафедры (УМС) | Дата заседа- ния | Номер прото- кола | ФИО зав. кафедрой (предс. УМС) | Подпись |
|---|-------------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------|
| 1 | Редких металлов и наноматериалов | 20.09.18 | №3 | В.Н. Рычков | |

Согласовано:

Начальник отдела проектирования образовательных программ и организации учебного процесса

Р.Х. Токарева

Председатель учебно-методического совета
Физико-технологического института
12-10-2018 протокол № 2

С.В. Никифоров

1 ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛИНЫ ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования

| Код направления/ специальности | Название направления/ специальности | Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО | |
|--------------------------------|---|---|---------------|
| | | Дата | Номер приказа |
| 18.05.02 | Химическая технология материалов современной энергетики (ФГОС ВО) | 17.10.2016 | № 1291 |

1.1. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование компетенций:

Общекультурные компетенции:

Способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-4).

Способностью к саморазвитию, повышению своей квалификации и мастерства, способностью самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля для приобретения новых знаний, и умений в области техники и технологии, математики, естественных, гуманитарных, социальных и экономических наук, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности, развития социальных и профессиональных компетенций (ОК-10).

Общепрофессиональные компетенции:

Способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности (ОПК-1)

Способность профессионально использовать современное технологическое и аналитическое оборудование, способность к проведению научного исследования и анализу полученных при его проведении результатов (ОПК-2)

Способностью использовать методы математического моделирования отдельных стадий и всего технологического процесса, к проведению теоретического анализа и экспериментальной проверке адекватности модели (ОПК-3);

Профессиональные компетенции:

Способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров технологического процесса, свойств сырья и продукции (ПК-1).

Способностью к решению профессиональных производственных задач, включающих разработ-

ку норм выработки и технологических нормативов расходования сырья, материалов и энергетических затрат, совершенствование контроля технологического процесса (ПК-2).

Способностью к разработке планов и программ проведения научно-исследовательских разработок, выбору методов и средств решения новых задач (ПК-9).

Способностью самостоятельно выполнять исследования с использованием современной аппаратуры и методов исследования в области объектов профессиональной деятельности, проводить корректную обработку результатов и устанавливать адекватность моделей (ПК-10).

Способностью управлять действующими технологическими процессами, обеспечивающими выпуск продукции, отвечающей требованиям стандартов и рынка (ПК-15).

Проектная деятельность:

Способностью к разработке новых технологических схем на основе результатов научно-исследовательских работ (ПК-20).

Способностью использовать средства автоматизации при подготовке проектной документации (ПК-21).

1.2. Содержание результатов обучения

В результате освоения дисциплины студент должен:

Знать:

- основные понятия и законы термодинамики и теплообмена;
- термодинамические методы исследования циклов тепловых двигателей
- способы переноса тепла в пространстве и их расчет применительно к теплоэнергетическому и химическому оборудованию.

Уметь:

- пользоваться справочной литературой по теплофизическим свойствам веществ;
- рассчитывать параметры работы энергетического оборудования;
- проводить расчеты с использованием основных соотношений термодинамики поверхностных явлений и основных характеристик дисперсных систем;
- анализировать технологические процессы с точки зрения энергетической эффективности;
- выбирать рациональные способы получения и использования энергии различных видов.

Владеть:

- аналитическими и графическими способами определения параметров работы технологического оборудования;
- первичными навыками и основными средствами решения математических задач из общеинженерных и специальных дисциплин;
- методами проведения типовых расчетов параметров энергетических процессов;
- методами практического использования основных законов термодинамики для комплексного анализа энергетической эффективности работы технологического оборудования;
- методами анализа и расчета процессов в промышленных аппаратах, выбора их конструкции, определение технологических и экономических показателей работы аппаратов.

1.3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

| | |
|------------------|---|
| 1. Пререквизиты | Б1.10 Высшая математика, Б1.11 Информатика, Б1.12 Физика, Б1.19 Инженерная графика, Б1.20 Теоретическая механика, Б1.21 Электротехника |
| 2. Кореквизиты | Б1.25 Процессы и аппараты химической технологии |
| 3. Постреквизиты | Б1.26 Оптимизация и моделирование химико-технологических процессов, Б1.27 Системы управления химико-технологическими процессами, Б1.30 Физико-химические основы технологии редких элементов, Б1.31 Технология конструкционных материалов современной энергетики, Б1.33 Технология радиоактивных элементов и ядерного топлива, Б1.38 Технология редких элементов, Б1.40 Химическая технология материалов современной энергетики, Б1.32 Спецпрактикум, Б1.39 УИРС |

1.4. Объем (трудоемкость) дисциплины

| Виды учебной работы, формы контроля | Объем дисциплины | | Распределение объема дисциплины по семестрам (час.) |
|--|------------------|---------------------------------|---|
| | Всего, час. | В т.ч. контактная работа (час.) | 5 семестр |
| Аудиторные занятия, час. | 34 | 34 | 34 |
| Лекции, час. | 17 | 17 | 17 |
| Практические занятия, час. | 17 | 17 | 17 |
| Лабораторные работы, час. | - | - | - |
| Самостоятельная работа студентов, включая все виды текущей аттестации, час. | 34 | 8,5 | 34 |
| Вид промежуточной аттестации (З) | 4 | 0,25 | 4 (зачет) |
| Общая трудоемкость по учебному плану, час. | 72 | 42,75 | 72 |
| Общая трудоемкость по учебному плану, з.е. | 2 | | 2 |

1.5. Краткое описание (аннотация) дисциплины

Целью преподавания дисциплины “Техническая термодинамика и теплотехника” является изучение студентами основных законов термодинамики и теплотехники. Общее знакомство с системами организационных, научно-исследовательских, производственных и экономических мер, направленных на эффективное использование энергетических ресурсов. Формирование общего представления о способах производства и потребления энергии различных видов и основных принципах рационального использования энергоресурсов в технологических процессах. Курс должен способствовать формированию у студентов теоретических представлений и элементарных практических навыков в области производства и использования энергии и энергосбережения.

2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Код раздела, темы | Раздел, тема* дисциплины | Содержание |
|-------------------|---|--|
| P1 | Предмет теплотехники, связь с другими отраслями знаний, основные понятия и определения | <p>Теплотехника. Предмет теплотехники. Термодинамика и теплопередача. Цели и задачи изучения дисциплины. Связь с другими отраслями знаний. Значение курса для данной специальности</p> |
| P2 | Термодинамика | <p>Предмет и метод термодинамики. Термодинамическая система. Классификация термодинамических систем. Термодинамическое равновесие. Нулевой закон термодинамики. Параметры состояния. Уравнение состояния. Термодинамические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Циклические процессы. Диаграмма p-V.</p> <p>Газовые законы. Идеальный газ. Термическое уравнение состояния идеального газа. Газовая постоянная. Термодинамическая теория смесей нереагирующих идеальных газов. Закон Дальтона. Парциальное давление. Приведённый объём. Способы задания смеси. Вычисление газовой постоянной, молекулярной массы и плотности смеси идеальных газов.</p> <p>Определения работы и теплоты в термодинамике. Вычисление работы в термодинамике. Вычисление количества теплоты. Теплоёмкость термодинамической системы. Зависимость теплоёмкости от параметров и от процесса.</p> <p>Первое начало термодинамики как закон сохранения полной энергии. Классификация термодинамических систем по свойствам. Оболочки. Внутренняя энергия. Математическое выражение первого начала термодинамики для неподвижных систем. Энтальпия термодинамической системы. Полезная внешняя работа. Теплоёмкости термодинамической системы при постоянном объёме и при постоянном давлении.</p> <p>Внутренняя энергия и энтальпия идеального газа. Теплоёмкости идеального газа. Энтропия идеального газа.</p> <p>Источник тепла. Рабочее тело. Тепловой двигатель. Недостаточность первого начала термодинамики для описания работы тепловых машин. Вечный двигатель второго рода. Качественные формулировки второго начала термодинамики: формулировка Томсона и формулировка Клаузиуса. Принципиальная схема теплового двигателя. Цикл Карно. Теоремы Карно. Термический КПД цикла Карно. Энтропия термодинамической системы. Математическое выражение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Критика теории «тепловой смерти Вселенной».</p> <p>Система дифференциальных уравнений, описываю-</p> |

| | | |
|----|---------------|--|
| | | <p>щая обратимые процессы идеальных газов. Политропный процесс. Уравнение политропного процесса в переменных $p-v$ и $T-s$. Показатель политропы. Соотношения между параметрами в политропном процессе. Вычисление работы изменения объема, полезной внешней работы и количества теплоты в политропном процессе. Частные случаи политропных процессов: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатический. Их расчёт и изображение в термодинамических диаграммах.</p> <p>Фазы. Агрегатные состояния. Химический потенциал. Условия термодинамического равновесия многофазных систем. Правило фаз Гиббса. Фазовые переходы первого рода. Фазовый переход «жидкость – пар». Насыщенный пар. Влажный пар. Перегретый пар. Критическая точка. Тройная точка. Пограничная кривая. Удельная теплота парообразования. Формула Клапейрона – Клаузиуса. Уравнение состояния водяного пара. Таблицы и диаграммы для водяного пара. Расчёт процессов водяного пара.</p> |
| РЗ | Теплопередача | <p>Способы переноса теплоты в пространстве: теплопроводность, конвективный теплообмен, тепловое излучение. Процессы теплоотдачи и теплопередачи. Основные количественные характеристики теплообмена: количество теплоты, тепловой поток, плотность теплового потока, плотность внутренних источников теплоты.</p> <p>Температурное поле. Закон Био-Фурье. Коэффициент теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности в неподвижных средах. Коэффициент теплопроводности. Условия однозначности.</p> <p>Теплопроводность при стационарном режиме. Передача тепла через одно- и многослойную плоскую стенку при граничных условиях I и III рода. Передача тепла через одно- и многослойную цилиндрическую стенку при граничных условиях I и III рода. Критический диаметр изоляции. Стационарная теплопроводность вдоль стержня. Радиальная теплопроводность в стержне с внутренними источниками тепла. Теплопроводность при нестационарном режиме. Нагревание (охлаждение) тел правильной геометрической формы при граничных условиях III рода. Регулярный тепловой режим.</p> <p>Общие сведения о конвективном теплообмене. Понятия о тепловом и гидродинамическом пограничных слоях. Понятие о теории размерностей. Основные критерии подобия.</p> <p>Свободная и вынужденная конвекция. Закон Ньютона-Рихмана. Теплоотдача при свободном движении жидкости вдоль вертикальной стенки и горизонтальной трубы. Конвективный теплообмен при вынужденном движении теплоносителя в одиночной трубе, в пучке труб.</p> <p>Основные понятия и определения: плотность потока излучения, спектральная плотность излучения, интенсивность излучения. Поглощательная, отражательная и про-</p> |

| | | |
|-----------|---------------------|--|
| | | <p>пускательная способности тел. Эффективное и результирующее излучение. Законы излучения абсолютно-чёрного тела: Планка, Вина, Стефана–Больцмана, Кирхгофа, Ламберта. Серое тело. Степень черноты. Теплообмен излучением в замкнутой системе, состоящей из двух серых тел. Применение экранов.</p> <p>Классификация теплообменников по принципу действия. Основы теплового расчёта. Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Схемы движения теплоносителей. Средний интегральный температурный напор. Сравнение прямого и противотока.</p> |
| Р4 | Теплотехника | <p>Устройство, принцип действия и классификация двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Индикаторная диаграмма. Степень сжатия. Конструктивные характеристики различных типов ДВС. Термодинамический расчёт и анализ циклов карбюраторных и дизельных ДВС. Их сравнение.</p> <p>Преимущества газотурбинных двигателей по сравнению с поршневыми ДВС, Принципиальная схема ГТУ $p=Const$. Изображение цикла ГТУ $p=Const$ в диаграммах $p-v$ и $T-s$. Конструктивные характеристики цикла. Термодинамический расчёт цикла ГТУ $p=Const$. Регенерация тепла в циклах ГТУ. Цикл ГТУ $p=Const$ с многоступенчатым сжатием и расширением. Учёт потерь в компрессоре и в турбине.</p> <p>Принципиальная схема паросиловой установки. Цикл Ренкина в области влажного пара. Изображение цикла Ренкина в термодинамических диаграммах. Цикл Ренкина на перегретом паре, его расчёт. Влияние параметров пара на термический КПД цикла Ренкина. Способы повышения термического КПД цикла Ренкина: вторичный перегрев, отбор на регенерацию. Комбинированные циклы. Парогазовые циклы. Бинарные циклы. МГД-генераторы.</p> <p>Теплофикация. Термодинамические основы теплофикации.</p> |

3 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УЧЕБНОГО ВРЕМЕНИ (по формам обучения)

3.1. Распределение для изучаемой дисциплины аудиторной нагрузки и контрольных мероприятий по разделам для очной формы обучения

Таблица 3.1.

| Раздел дисциплины | | Аудиторная нагрузка (час.) | | | | Самостоятельная работа: виды, количество и объемы мероприятий | | | | | | | | | | | | | | Объем дисциплины (зауч.ед.): 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|----------------------------|--------|----------------------|---------------------|---|--------------------------|----------------------|--|---|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|--------------------------------|--|---------------------|---|-------------|-----|-------------------------------|-----|-----|---|-----|-----|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|--|
| | | Семестр обучения: 5 | | Раздел дисциплины | | Подготовка к аудиторным занятиям (час.) | | | Всего (час.) | Выполнение самостоятельных внеаудиторных работ (колич.) | | | | | | | | Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.) | | | Подготовка к контрольным мероприятиям (колич.) | | Подготовка к аттестационным мероприятиям (час.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Всего | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | Лекция | Практ., семинар, занятие | Лабораторное занятие | И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум | Всего (час.) | Работы (колич.) | | | | | | | | Всего на подготовку к контрольным мероприятиям (час.) | | | Контрольная работа* | | Коллоквиум* | | Зачет* (при наличии экзамена) | | | Зачет* (дифференцированный или при отсутствии экзамена) | | | Экзамен* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Код раздела, темы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Наименование раздела, темы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р1 | | 2,4 | 2 | 2 | | | 0,4 | 0,4 | | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | | | | | | | | | | | | | |
| Р2 | | 30 | 13 | 5 | 8 | | 17 | 9 | 1 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р3 | | 27 | 12 | 5 | 7 | | 15 | 7 | 1 | 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Р4 | | 8,6 | 7 | 5 | 2 | | 1,6 | 1,6 | 1 | 0,6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Всего (час), без учета подготовки к аттестационным мероприятиям: | | 68 | 34 | 17 | 17 | 0 | 34 | 18 | 3,4 | 14,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | |
| Всего по дисциплине (час.): | | 72 | 34 | | | | 38 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ, САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ И АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Лабораторный практикум

не предусмотрено

4.2. Практические занятия

Использование газовых законов при определении параметров технологических процессов
Определение и использование теплоёмкости в термодинамических расчётах
Изучение процесса истечения газа из отверстия. Динамика газовых потоков
Графическое решение задач с использованием H-S диаграмм.
Анализ термодинамических циклов тепловых двигателей
Анализ работы компрессорных машин
Расчёт характеристик топлива
Расчёт параметров работы топочного устройства

4.3. Самостоятельная работа студентов

4.3.1. *Примерный перечень тем домашних работ*
не предусмотрено

4.3.2. *Примерный перечень тем графических работ*
не предусмотрено

4.3.3. *Примерный перечень тем рефератов (эссе, творческих работ)*
не предусмотрено

4.3.4. *Примерный перечень тем расчетных работ (программных продуктов)*
не предусмотрено

4.3.5. *Примерный перечень тем расчетно-графических работ*
не предусмотрено

4.3.6. *Примерная тематика курсового проекта (работы) (индивидуального или группового)*
не предусмотрено

4.3.7. *Примерный перечень тем контрольных работ*

«Расчёт циклов поршневых ДВС», «Естественная конвекция и теплопроводность вдоль стержня»

4.3.8. *Примерная тематика коллоквиумов*
не предусмотрено

4.3.9. *Перевод иноязычной литературы*
не предусмотрено

5 СООТНОШЕНИЕ РАЗДЕЛОВ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И ТЕХНОЛОГИЙ ОБУЧЕНИЯ

| Код раздела, темы дисциплины | Активные и интерактивные методы обучения | Формы учебных занятий и виды учебной работы | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|---|---|----------------------------|----------------------|--|-----------------|--------------------|------------------------------|--|-------------------------|-----------------------|--------------------|------------|
| | | Лекция | Практич., семинар. занятие | Лабораторное занятие | И/и семинар, семинар-конференция, коллоквиум | Домашняя работа | Графическая работа | Реферат, эссе, творч. работа | Расчетная работа (программный продукт) | Расчетно-графич. работа | Курс. проект (работа) | Контрольная работа | Коллоквиум |
| | Методы активного обучения | | | | | | | | | | | | |
| | Проектная работа | | | | | | | | | | | | |
| | Обучение на основе опыта (кейс-анализ, case-study) | + | | + | | | | | | | | | |
| | Имитационные технологии (деловые игры и др.) | | | | | | | | | | | | |
| | Методы проблемного обучения (дискуссии, поисковые работы, исследовательский метод и т.п.) | + | | + | | | | | | | | | |
| | Командная работа | | | + | | | | | | | | | |

6 ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ В РАМКАХ БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

6.1. Весовой коэффициент значимости модуля (дисциплины) в рамках учебного плана – к дисц.

6.2. Процедуры текущей и промежуточной аттестации по дисциплине

| | | |
|--|---------------------------------|------------------------------|
| 1. Лекции: коэффициент значимости совокупных результатов лекционных занятий – к лек. = 0.6 | | |
| Текущая аттестация на лекциях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лекций, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС) | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Посещение лекций и ведение конспекта | 5, 1-18 | 80 |
| Контрольная работа №1 | 5, 10 | 20 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лекциям – к тек.лек.=0.4 | | |
| Промежуточная аттестация по лекциям – зачет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лекциям – к пром.лек.=0,6 | | |
| 2. Практические/семинарские занятия: коэффициент значимости совокупных результатов практических/семинарских занятий – к прак. =0.4 | | |
| Текущая аттестация на практических/семинарских занятиях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |

| | | |
|---|---------------------------------|------------------------------|
| <i>практических/семинарских занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)</i> | | |
| <i>Посещение практических занятий</i> | 5, 1-18 | 40 |
| <i>Контрольная работа №2</i> | 5, 18 | 60 |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по практическим/семинарским занятиям– к тек.прак.=1 | | |
| Промежуточная аттестация по практическим/семинарским занятиям– <i>не предусмотрено)</i> | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по практическим/семинарским занятиям– к пром.прак. =0 | | |
| 3. Лабораторные занятия: коэффициент значимости совокупных результатов лабораторных занятий – к лаб. =0 (не предусмотрено) | | |
| <i>Текущая аттестация на лабораторных занятиях (перечислить возможные контрольно-оценочные мероприятия во время лабораторных занятий, в том числе, связанные с самостоятельной работой студентов – СРС)</i> | Сроки – семестр, учебная неделя | Максимальная оценка в баллах |
| Весовой коэффициент значимости результатов текущей аттестации по лабораторным занятиям– к тек.лаб.=0 | | |
| Промежуточная аттестация по лабораторным занятиям– нет | | |
| Весовой коэффициент значимости результатов промежуточной аттестации по лабораторным занятиям– к пром.лаб. =0 | | |

6.3. Процедуры текущей и промежуточной аттестации курсовой работы

Не предусмотрено

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1.Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Королев, Владимир Николаевич. Техническая термодинамика : учеб. пособие / В. Н. Королев, Е. М. Толмачев ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2001 .— 180 с. : ил. ; 20 см .— Библиогр.: с. 158 (15 назв.). — без грифа .— ISBN 5321000352 : 30.00. (77 экз)
2. Теплотехника : Учеб. Для вузов /А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др. – 3 изд., перераб. И доп. – М.: «ИД»БАСТЕТ», 2010. – 328 с. (101 экз)
3. Техническая термодинамика: Учебное пособие/ А.П. Баскаков, Е.Ю. Павлюк. Урал. гос. техн. ун-т – УПИ, 2009. -100с. (50 экз)

7.1.2. Дополнительная литература

1. Техническая термодинамика: учебное пособие [в 2 частях]. Ч. 1 / А. В. Островская, Е. М. Толмачева, В. С. Белоусов, С. А. Нейская ; науч. ред. Б. Г. Сапожников ; Урал. гос. техн. ун-т - УПИ им. первого президента России Б. Н. Ельцина .— Екатеринбург : УГТУ-УПИ, 2009 .— 154 с. : ил., табл. ; 21 см .— Библиогр.: с. 131 (11 назв.). — без грифа. (48 экз)
2. Общая теплотехника .— 2-е изд., перераб., доп. — М.,Л. : Гос. энергетическое изд-во, 1952 .— 521 с. Авторы - Блюдов В. П., Вырубов Д. Н., Корницкий С. Я., Литвин А. М., Лукницкий В. В., Морозов Н. Г., Прохоров Ф. Г., Рубинштейн Я. М., Якуб Б. М. ISBN 978-5-4458-5101-1 .— <URL:http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222223>.
3. Арутюнов, В. А. Теплофизика, теплотехника, теплообмен. Механика жидкостей и газов. Лабораторный практикум : / Арутюнов В.А., Капитанов В.А., Левицкий И.А., Шибалов С.Н. — Москва : МИСИС, 2007 .— <URL:http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1813>.

7.1.3. Методические разработки

1. Белоусов, В. С. Термодинамические свойства и процессы влажного воздуха / Белоусов В.С. — ЭИ. — 2005. — Методические указания по курсам «Техническая термодинамика», «Термодинамика и теплопередача», «Теоретические основы теплотехники» для студентов всех форм обучения теплоэнергетического и строительного факультетов. — в корпоративной сети УрФУ. — <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=143>.
2. Толмачев, Е. М. ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА. Термодинамический расчёт и анализ циклов газовых двигателей и паросиловых установок. Часть 1 / Толмачев Е.М. — ЭИ. — 2007. — <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4056>.
3. Толмачев, Е. М. ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА. Термодинамический расчёт и анализ циклов газовых двигателей и паросиловых установок. Часть 2 / Толмачев Е.М. — ЭИ. — 2007. — <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4057>.
4. Толмачев, Е. М. ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕРМОДИНАМИКА. Термодинамический расчёт и анализ циклов газовых двигателей и паросиловых установок. Часть 3 / Толмачев Е.М. — ЭИ. — 2007. — <URL:http://study.urfu.ru/view/Aid_view.aspx?AidId=4058>.

7.2. Программное обеспечение

1. Системные программные средства: Microsoft Windows XP, Microsoft Vista.
2. Базы данных: FuelDB.exe - «Свойства органического топлива», enescalc.exe - «Свойства воды и водяного пара»

7.3 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», информационно-справочные и поисковые системы

1. Поисковая система **Scholar Google**. [Электронный ресурс]: <http://scholar.google.com/>
2. Поисковая система **Scirus**. [Электронный ресурс]: <http://www.scirus.com/>
4. Поисковая система **Scopus**. [Электронный ресурс]: <http://www.scopus.com/scopus/search/form.url>
5. Поисковая система **Science direct**. [Электронный ресурс]: <http://www.sciencedirect.com/>

7.4 Электронные образовательные ресурсы

Не используются

8 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

8.1. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ В РАМКАХ БРС

В рамках БРС применяются утвержденные на кафедре критерии оценивания достижений студентов по каждому контрольно-оценочному мероприятию. Система критериев оценивания, как и при проведении промежуточной аттестации по модулю, опирается на три уровня освоения компонентов компетенций: пороговый, повышенный, высокий.

| Компоненты компетенций | Признаки уровня освоения компонентов компетенций | | |
|------------------------|---|---|--|
| | пороговый | повышенный | высокий |
| Знания | Студент демонстрирует знание-знакомство, знание-копию: узнает объекты, явления и понятия, находит в них различия, | Студент демонстрирует аналитические знания: уверенно воспроизводит и понимает полученные знания, относит их к той | Студент может самостоятельно извлекать новые знания из окружающего мира, творчески их использовать |

| | | | |
|----------------------------|--|--|---|
| | проявляет знание источников получения информации, может осуществлять самостоятельно репродуктивные действия над знаниями путем самостоятельного воспроизведения и применения информации. | или иной классификационной группе, самостоятельно систематизирует их, устанавливает взаимосвязи между ними, продуктивно применяет в знакомых ситуациях. | для принятия решений в новых и нестандартных ситуациях. |
| Умения | Студент умеет корректно выполнять предписанные действия по инструкции, алгоритму в известной ситуации, самостоятельно выполняет действия по решению типовых задач, требующих выбора из числа известных методов, в предсказуемо изменяющейся ситуации | Студент умеет самостоятельно выполнять действия (приемы, операции) по решению нестандартных задач, требующих выбора на основе комбинации известных методов, в непредсказуемо изменяющейся ситуации | Студент умеет самостоятельно выполнять действия, связанные с решением исследовательских задач, демонстрирует творческое использование умений (технологий) |
| Личностные качества | Студент имеет низкую мотивацию учебной деятельности, проявляет безразличное, безответственное отношение к учебе, порученному делу | Студент имеет выраженную мотивацию учебной деятельности, демонстрирует позитивное отношение к обучению и будущей трудовой деятельности, проявляет активность. | Студент имеет развитую мотивацию учебной и трудовой деятельности, проявляет настойчивость и увлеченность, трудолюбие, самостоятельность, творческий подход. |

8.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕЗАВИСИМОГО ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЯ

«не предусмотрено»

8.3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

8.3.1. Примерные задания для проведения мини-контрольных в рамках учебных занятий

«не предусмотрено»

8.3.2. Примерные контрольные задачи в рамках учебных занятий

«не предусмотрено»

8.3.3. Примерные контрольные кейсы

«не предусмотрено»

8.3.4. Перечень примерных вопросов для зачета

1. Термодинамическая система. Термодинамические параметры.
2. Уравнение состояния идеального газа.
3. Термодинамический процесс. Равновесный и неравновесный процесс.
4. Равновесный и неравновесный термодинамический процесс.
5. Изменение энтропии в равновесных и неравновесных процессах.
6. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Работа. Теплота.
7. Энтальпия как расширенная энергии системы.
8. Теплоемкость.
9. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Работа. Теплота.

10. Работа газа в закрытых системах. Работа потока рабочего тела.
11. Первый закон термодинамики для потока.
12. Применение первого закона термодинамики для анализа процессов и работы оборудования.
13. Процесс истечения газа из отверстия.
14. Закономерности течения газов в соплах и диффузорах.
15. Дросселирование идеального и реального газа
16. Термодинамический цикл. Второй закон термодинамики.
17. Эффективность термодинамических циклов.
18. Второй закон термодинамики. Энтропия.
19. Прямой и обратный цикл Карно. Обобщенный цикл Карно.
20. Холодильная машина и тепловой насос. Общие черты и различия.
21. Циклы двигателей внутреннего сгорания.
22. Цикл Газотурбинной установки.
23. Циклы паросиловых установок.
24. Циклы паросиловой установки на влажном и перегретом паре.
25. Конденсационный и теплофикационный цикл паросиловой установки
26. Цикл парокompрессорной холодильной установки.
27. Цикл газовой холодильной машины.
28. Абсорбционная холодильная установка.
29. Тепловые насосы.
30. Процесс сжатия газа в идеальном компрессоре.
31. Особенности реального процесса сжатия газа в компрессоре.
32. Многоступенчатое сжатие газа.
33. Адиабатное и изотермическое сжатие газа.
34. Основные типы и конструкции компрессорных машин.
35. Энергетическое топливо. Условное топливо.
36. Состав энергетического топлива.
37. Способы сжигания твердого топлива.
38. Горелки и топочные устройства для сжигания газообразных и жидких топлив.
39. Слоевое сжигание твердого энергетического топлива.
40. Объем и состав продуктов горения энергетического топлива.
41. Определение объемов воздуха и продуктов сгорания при сжигании органических топлив.
42. Самовоспламенение топлива. Адиабатная температура.
43. Теплота сгорания топлива. Её определение.
44. Основные тепловые характеристики топок и камер сгорания.
45. Типы котлов. Основные элементы конструкции энергетического котла.

8.3.5. Перечень примерных вопросов для экзамена не предусмотрено

8.3.6. Ресурсы АПИМ УрФУ, СКУД УрФУ для проведения тестового контроля в рамках текущей и промежуточной аттестации

«не используются».

8.3.7. Ресурсы ФЭПО для проведения независимого тестового контроля

«не используются».

8.3.8. Интернет-тренажеры

«не используются».

8.3.9. Примерные задания в составе контрольной работы

А) Расчёт циклов поршневых ДВС

Рассчитать цикл поршневого ДВС $V=\text{const}$ (карбюраторного ДВС) с определением параметров рабочего тела в характерных точках цикла (p, v, T, s), подведённого q_1 и отведённого q_2 коли-

ществ теплоты, удельной работы цикла l_0 , термического КПД цикла η_t , теоретической мощности двигателя N . Рабочее тело обладает свойствами воздуха с теплофизическими характеристиками:

- газовая постоянная $R = 287$ Дж/кг·К;
- удельная теплоёмкость при постоянном объёме $c_v = 0.718$ кДж/кг·К;
- удельная теплоёмкость при постоянном давлении $c_p = 1.005$ кДж/кг·К.

Исходные данные взять из таблицы. Результаты численного расчёта параметров в характерных точках цикла (p, v, T, s), а также характеристик цикла представить в таблицах.

Изобразить цикл двигателя в масштабе в координатах $p - v$ и $T - s$ с использованием заготовок.

| Вариант | Параметры атмосферного воздуха | | Степень сжатия | Степень повышения давления | Объём цилиндра | Число оборотов |
|---------|--------------------------------|------------|----------------|----------------------------|-------------------------|----------------|
| | p_1 , бар | t_1 , °С | ε | λ | V_h , см ³ | n , об/мин |
| 1 | 1.0 | 27 | 6.5 | 2.4 | 400 | 2500 |
| 2 | 0.9 | 20 | 7.5 | 2.0 | 600 | 2200 |
| 3 | 1.2 | 30 | 5.0 | 2.8 | 500 | 2000 |
| 4 | 0.95 | 22 | 7.0 | 2.2 | 1300 | 2400 |
| 5 | 1.1 | 17 | 8.0 | 1.8 | 1400 | 2800 |
| 6 | 1.05 | 13 | 9.0 | 1.9 | 1600 | 3000 |
| 7 | 0.98 | 5 | 10.0 | 1.7 | 1000 | 2500 |
| 8 | 1.02 | 0 | 8.5 | 2.3 | 900 | 3200 |
| 9 | 0.97 | -10 | 9.5 | 2.1 | 1200 | 2600 |
| 10 | 1.01 | -15 | 5.5 | 2.8 | 650 | 3300 |
| 11 | 1.1 | 30 | 12 | 2.4 | 400 | 1500 |
| 12 | 1.05 | 22 | 11 | 2.0 | 600 | 1200 |
| 13 | 0.98 | 17 | 10 | 2.8 | 500 | 1000 |
| 14 | 1.02 | 13 | 9.5 | 2.2 | 1300 | 1400 |
| 15 | 0.97 | 5 | 8 | 1.8 | 1400 | 1800 |
| 16 | 1.01 | 0 | 8.5 | 1.9 | 1600 | 1000 |
| 17 | 1.0 | -10 | 10 | 1.7 | 1000 | 1500 |
| 18 | 0.9 | -15 | 7.5 | 2.3 | 900 | 2200 |

Б) Естественная конвекция и теплопроводность вдоль стержня

Алюминиевый стержень длиной l и диаметром d находится в среде с температурой t_f . Коэффициент теплопроводности материала стержня λ . Температура одного из концов стержня поддерживается постоянной и равной t_0 . Вычислить температуру другого конца стержня t_1 и тепловой поток через стержень Q .

Указание. Физические свойства среды следует брать из таблиц при температуре, равной среднеарифметическому значению между температурой среды t_f и средней температурой боковой поверхности стержня, вычисляемой как среднеарифметическое температур t_0 и t_f . Данные для решения задачи взять из нижеследующей таблицы.

| Вариант | Расположение стержня | Среда | l , м | d , м | λ , ккал/(м·час·°С) | t_f , °С | t_0 , °С |
|---------|----------------------|--------|---------|---------|-----------------------------|------------|------------|
| 1 | Вертикальное | Вода | 0.35 | 0.05 | 175 | 10 | 80 |
| 2 | Горизонтальное | Воздух | 1.80 | 0.02 | 197 | 60 | 600 |

| | | | | | | | |
|----|----------------|--------|------|-------|-----|----|-----|
| 3 | Вертикальное | Воздух | 2.00 | 0.02 | 197 | 60 | 600 |
| 4 | Горизонтальное | Вода | 0.50 | 0.035 | 175 | 15 | 90 |
| 5 | Вертикальное | Вода | 0.30 | 0.035 | 175 | 15 | 90 |
| 6 | Горизонтальное | Воздух | 1.50 | 0.01 | 185 | 40 | 400 |
| 7 | Вертикальное | Воздух | 1.50 | 0.01 | 185 | 40 | 400 |
| 8 | Горизонтальное | Воздух | 1.40 | 0.03 | 177 | 30 | 300 |
| 9 | Горизонтальное | Вода | 0.40 | 0.025 | 176 | 20 | 100 |
| 10 | Вертикальное | Вода | 0.30 | 0.025 | 176 | 20 | 100 |
| 11 | Горизонтальное | Воздух | 1.00 | 0.08 | 180 | 20 | 200 |
| 12 | Вертикальное | Воздух | 1.00 | 0.08 | 189 | 20 | 200 |
| 13 | Горизонтальное | Вода | 0.40 | 0.05 | 175 | 10 | 80 |
| 14 | Вертикальное | Вода | 0.70 | 0.07 | 190 | 15 | 80 |
| 15 | Горизонтальное | Воздух | 1.60 | 0.04 | 190 | 15 | 250 |
| 16 | Вертикальное | Воздух | 1.30 | 0.03 | 185 | 35 | 350 |
| 17 | Вертикальное | Вода | 0.45 | 0.01 | 170 | 10 | 90 |
| 18 | Горизонтальное | Воздух | 1.45 | 0.02 | 180 | 20 | 350 |

8.3.9. Примерные задания в составе домашней работы

«не используются».

8.3.10. Примерные задания в составе реферата

«не используются».

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1 Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием

Для проведения цикла виртуальных лабораторных работ по курсу Техническая термодинамика и теплотехника используется компьютерный класс Т-1102 с числом рабочих мест, соответствующих численности академической группы.

10. ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Номер листа изменений | Номер протокола заседания кафедры | Дата заседания кафедры | Всего листов в документе | Подпись ответственного за внесение изменений |
|------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------------|---|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |