

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 24.06.2024 17:51:12
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина
(Технологии. Дизайн. Искусство)»

Институт химических технологий и промышленной экологии
Кафедра Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая термодинамика и теплопередача

| | |
|---|--|
| Уровень образования | бакалавриат |
| Направление подготовки | 20.03.01 Техносферная безопасность |
| Направленность (профиль) | Инжиниринг техносферы, системы безопасности и экспертиза |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года |
| Форма(-ы) обучения | Очная |

Рабочая программа учебной дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 9 от 15.03.2024 г.

Разработчик(и) рабочей программы учебной дисциплины:

- д-р техн. наук, профессор М. П. Тюрин
- канд. техн. наук доцент Е. С. Бородина

Заведующий кафедрой: канд. техн. наук, доцент О. И. Седяров

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Техническая термодинамика и теплопередача» изучается в четвертом и пятом семестрах.

Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен(а)

1.1. Форма промежуточной аттестации:

Четвертый семестр — экзамен

Пятый семестр — экзамен

Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Техническая термодинамика и теплопередача» относится к обязательной части программы.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

- Математика,
- Физика,
- Теплофизика.

Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:

- Теория горения и взрыва;
- Основы моделирования технологических процессов и аппаратов
- Основные процессы и техника защиты окружающей среды.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Техническая термодинамика и теплопередача» являются:

- формирование научного мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и техники;
- изучение основных положений технической термодинамики и теплопередачи;
- формирование навыков умения решать типовые теплотехнические задачи;
- формирование навыков моделирования процессов теплопередачи, в том числе в технологических аппаратах;
- развитие познавательных интересов, интеллектуальных и творческих способностей обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- приобретение современных научных взглядов, идей в ходе работы с различными источниками информации;
- использование при выполнении практических заданий по технической термодинамике и теплопередаче методов сравнения, обобщения, систематизации, выявления причинно-следственных связей, формулирование выводов для изучения различных сторон технологических процессов, с которыми возникает необходимость сталкиваться в профессиональной сфере.
- формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине;

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

2.1. Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине |
|---|--|---|
| УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИД-УК-1.5 Последовательное решение задач, выработка конкретных алгоритмов и четкое следование плану, выстраивание комбинаций, переключение между задачами, прослеживание причинно-следственных связей, связанности и целостности логических операций | <ul style="list-style-type: none"> – Подбирает методы и средства для решения возникающих задач при научном исследовании проблем; – Владеет методами решения задач на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях; – Владеет методами и средствами обработки и анализа получаемых аналитических и эмпирических данных и их интерпретацией; |
| ПК-1 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, основные законы химии и методы химического анализа, основные законы экологии и природопользования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | ИД-ПК-1.2 Применение теоретических основ физики при решении прикладных задач техносферной безопасности | <ul style="list-style-type: none"> – Знает теоретические основы технической термодинамики и теплопередачи, в том числе основные законы и процессы превращения энергии и переноса теплоты – Знает методы проведения расчётов процессов переноса теплоты, эффективности тепловых и эксергетических балансов теплотехнологических установок – Владеет навыками решать задачи технической термодинамики и теплопередачи на основе воспроизведения алгоритмов решения, освоенных в результате изучения пройденного теоретического материала; – Владеет навыками расчета теплотехнических характеристик процессов и аппаратов техносферной безопасности |

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

| | | | | |
|----------------------------------|-----------|-------------|------------|-------------|
| <i>по очной форме обучения –</i> | <i>10</i> | з.е. | <i>320</i> | час. |
|----------------------------------|-----------|-------------|------------|-------------|

3.1. Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий (очная форма обучения)

| Структура и объем дисциплины | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|--|--|-------------------------------|
| Объем дисциплины по семестрам | Форма промежуточной аттестации | всего, час | Контактная аудиторная работа, час | | | | Самостоятельная работа обучающегося, час | | |
| | | | лекции, час | практические занятия, час | лабораторные занятия, час | практическая подготовка, час | курсовая работа/ курсовой проект | самостоятельная работа обучающегося, час | промежуточная аттестация, час |
| 4 семестр | Экзамен | 160 | 36 | 34 | 16 | | | 42 | 32 |
| 5 семестр | Экзамен | 160 | 32 | 32 | 16 | | | 28 | 32 |
| Всего: | Экзамен | 320 | 68 | 68 | 32 | | | 70 | 64 |

3.2. Структура учебной дисциплины/модуля для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций | Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации | Виды учебной работы | | | | Самостоятельная работа, час | Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости |
|--|---|---------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| | | Контактная работа | | | | | |
| | | Лекции, час | Практические занятия, час | Лабораторные работы, час | Практическая подготовка, час | | |
| Четвертый семестр | | | | | | | |
| УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 | Раздел I. Основные понятия термодинамики и законы идеального газа | х | х | х | х | 10 | Формы текущего контроля по разделу I: 1. контрольные работы. 2. защита лабораторных работ |
| | Тема 1.1 Основные понятия термодинамики. | 2 | | | | х | |
| | Тема 1.2 Первый закон Термодинамики. | 2 | | | | х | |
| | Тема 1.3 Термодинамические процессы идеальных газов | 4 | | | | х | |
| | Тема 1.4. Второй закон термодинамики. | 2 | | | | | |
| | Практическое занятие № 1.1 Расчёт параметров идеальных газов и их смесей. Расчёт средней теплоёмкости газов. | | 4 | | | х | |
| | Практическое занятие № 1.2 Расчёты процессов идеальных газов | | 6 | | | х | |
| | Лабораторная работа № 1.1 Определение свойств влажного воздуха аналитически и с помощью диаграммы. | | | 2 | | х | |
| | Лабораторная работа № 1.2 Расчет процессов осушения влажного воздуха | | | 4 | | х | |
| УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 | Раздел II. Реальные газы | х | х | х | х | 10 | Формы текущего контроля по разделу II: 1. контрольные работы. 2. защита лабораторных работ |
| | Тема 2.2 Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. | 2 | | | | х | |
| | Тема 2.3 Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. | 2 | | | | | |
| | Тема № 2.4 Водяной пар. Т-s и h-s диаграммы водяного пара. Влажный воздух. | 2 | | | | х | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций | Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации | Виды учебной работы | | | | Самостоятельная работа, час | Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости |
|--|--|---------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| | | Контактная работа | | | | | |
| | | Лекции, час | Практические занятия, час | Лабораторные работы, час | Практическая подготовка, час | | |
| | Практическое занятие № 2.1 Расчёты теплоёмкостей индивидуальных газов и их смесей Расчёт процессов в воде и водяном паре с помощью таблиц и диаграмм состояния | | 4 | | | | |
| | Практическое занятие № 2.2 Определение параметров влажного воздуха расчётным методом и с помощью h-d диаграмм влажного воздуха | | 4 | | | | |
| | Лабораторная работа № 2.1 Определение средней изобарной теплоемкости влажного воздуха | | | 2 | | x | |
| | Лабораторная работа № 2.2 Определение свойств водяного пара. | | | 2 | | x | |
| | Лабораторная работа № 2.3 Получение водяного пара при кипении | | | 2 | | | |
| <i>УК-1:</i> <i>ИД-УК-1.5</i> <i>ПК-1</i> <i>ИД-ПК-1.2</i> | Раздел III. Процессы течения газов и жидкостей | x | x | x | x | 10 | Формы текущего контроля по разделу III и IV: 1. Выполнение ИДЗ. 2. защита лабораторных работ |
| | Тема 3.1 Процессы течения газов и жидкостей. Дросселирование. | 2 | | | | x | |
| | Тема 3.2 Переход через скорость звука. Сопло Лавалья. (Основные положения) | 2 | | | | x | |
| | Практическое занятие № 3.1 Расчёт процессов истечения газов из суживающихся отверстий и сопла Лавалья | | 4 | | | x | |
| <i>УК-1:</i> <i>ИД-УК-1.5</i> <i>ПК-1</i> <i>ИД-ПК-1.2</i> | Раздел IV. Теплосиловые и холодильные установки. | | | | | 12 | |
| | Тема 4.1 Термодинамические циклы газовых теплосиловых установок. | 6 | | | | x | |
| | Тема 4.2 Термодинамические циклы паровых теплосиловых установок. | 4 | | | | x | |
| | Тема 4.3 Методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок. | 2 | | | | x | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций | Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации | Виды учебной работы | | | | Самостоятельная работа, час | Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости |
|--|---|---------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| | | Контактная работа | | | | | |
| | | Лекции, час | Практические занятия, час | Лабораторные работы, час | Практическая подготовка, час | | |
| | Тема 4.4 Циклы холодильных установок. Тепловые насосы. | 2 | | | | x | |
| | Практическое занятие № 4.1 Расчёт циклов компрессорных установок | | 4 | | | x | |
| | Практическое занятие № 4.2 Расчёты циклов двигателей внутреннего сгорания | | 4 | | | x | |
| | Практическое занятие № 4.3 Расчёты циклов паросиловых и холодильных установок | | 4 | | | x | |
| | Лабораторная работа № 4.1 Работа паросиловой установки и термический КПД. | | | 2 | | x | |
| | Лабораторная работа № 4.2 Изучение паросиловой установки | | | 2 | | x | |
| | <i>Экзамен</i> | x | x | x | x | 32 | |
| | ИТОГО за 4 семестр | 36 | 34 | 16 | | 74 | |
| Пятый семестр | | | | | | | |
| <i>УК-1:</i> <i>ИД-УК-1.5</i> <i>ПК-1</i> <i>ИД-ПК-1.2</i> | Раздел V. Введение в теплопередачу. Перенос теплоты теплопроводностью | | | | | 7 | Формы текущего контроля по разделу V: 1. Контрольная работа 2. защита лабораторных работ |
| | Тема 5.1 Основные механизмы переноса теплоты. | 4 | | | | | |
| | Тема 5.2 Перенос теплоты теплопроводностью | 8 | | | | | |
| | Практическое занятие № 5.1 Расчёт температурного поля в плоской пластине и цилиндрической стенке. | | 2 | | | | |
| | Практическое занятие № 5.2 Расчёт теплопередачи через плоскую стенку. Расчёт теплопередачи через цилиндрическую стенку | | 3 | | | | |
| | Лабораторная работа № 5.1 | | | 4 | | | |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций | Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации | Виды учебной работы | | | | Самостоятельная работа, час | Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости |
|--|---|---------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| | | Контактная работа | | | | | |
| | | Лекции, час | Практические занятия, час | Лабораторные работы, час | Практическая подготовка, час | | |
| | Определение коэффициента теплопроводности материалов одежды и обуви. | | | | | | |
| УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 | Раздел VI. Основные положения конвективного переноса теплоты | | | | | 7 | Формы текущего контроля по разделу VI: 1. Контрольная работа 2. защита лабораторных работ |
| | Тема 6.1 Основные уравнения теплообмена. Подобие. | 4 | | | | | |
| | Тема 6.2 Теплообмен в жидкостях и газах | 6 | | | | | |
| | Тема 6.3 Теплообмен при кипении и конденсации | 4 | | | | | |
| | Практическое занятие № 6.1 Расчёт теплообмена при наличии внутренних источников теплоты | | 2 | | | | |
| | Практическое занятие № 6.2 Определение коэффициентов теплоотдачи при естественной и вынужденной конвекции | | 2 | | | | |
| | Практическое занятие № 6.3 Определение коэффициента теплоотдачи при теплообмене в жидкости и газах | | 2 | | | | |
| | Практическое занятие № 6.4 Определение коэффициента теплоотдачи при кипении и конденсации пара | | 2 | | | | |
| | Лабораторная работа № 6.1 Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции. Моделирование свободной конвекции | | | 4 | | | |
| | Лабораторная работа № 6.2 Определение коэффициента теплоотдачи при обтекании трубы. Моделирование теплоотдачи при обтекании трубы. | | | 4 | | | |
| УК-1: ИД-УК-1.5 | Раздел VII. Тепловое излучение. Нестационарная теплопроводность | | | | | 7 | Формы текущего контроля по разделу VII и VIII: |

| Планируемые (контролируемые) результаты освоения: код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций | Наименование разделов, тем; форма(ы) промежуточной аттестации | Виды учебной работы | | | | Самостоятельная работа, час | Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости; формы промежуточного контроля успеваемости |
|--|--|---------------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|--|
| | | Контактная работа | | | | | |
| | | Лекции, час | Практические занятия, час | Лабораторные работы, час | Практическая подготовка, час | | |
| ПК-1 ИД-ПК-1.2 | Тема 7.1 Основные закономерности теплового излучения | 4 | | | | | 1. Контрольная работа 2. защита лабораторных работ |
| | Тема 7.2 Нестационарная теплопроводность | 2 | | | | | |
| | Практическое занятие № 7.1 Расчёт лучистого теплообмена между телами | | 2 | | | | |
| | Раздел VIII. Теплообменные аппараты | | | | | 7 | |
| | Тема 8.1 Теплообменные аппараты (ТА). | 4 | | | | | |
| | Практическое занятие № 8.1 Расчёт теплообменника «Труба в трубе» | | 2 | | | | |
| | Лабораторная работа № 8.1 Определение коэффициента теплопередачи в теплообменнике «труба в трубе». Моделирование теплообменника | | | 5 | | | |
| | <i>Экзамен</i> | х | х | х | х | 32 | Экзамен |
| | ИТОГО за 5 семестр | 32 | 32 | 16 | | 60 | |
| | ИТОГО за весь период | 68 | 68 | 32 | | 134 | |

3.3. Краткое содержание учебной дисциплины

| № пп | Наименование раздела и темы дисциплины | Содержание раздела (темы) |
|--|--|--|
| Раздел I. Основные понятия термодинамики и законы идеального газа | | |
| Тема 1.1 | Тема 1.1 Основные понятия термодинамики. | Основные понятия термодинамики. Параметры состояния. Понятие термодинамического процесса. Законы идеального газа. Смеси идеальных газов |
| Тема 1.2 | Тема 1.2 Первый закон Термодинамики. | Первый закон термодинамики. Теплота и работа. Теплоёмкость. Энтальпия. Первый закон термодинамики для потока. |
| Тема 1.3 | Термодинамические процессы идеальных газов | Термодинамические процессы идеальных газов: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный процессы. |
| Тема 1.4 | Второй закон термодинамики. | Общая характеристика и исходная формулировка второго начала термодинамики. Энтропия. Термодинамическая температура. Циклы. Эквивалентность различных формулировок II начала. Цикл Карно. Первая теорема Карно. Необратимые процессы. Вторая теорема Карно. |
| Раздел II Реальные газы | | |
| Тема 2.1 | Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. | Изотерма «реального газа». Правило Максвелла. Теплота перехода. Уравнение Клапейрона–Клаузиуса. Фазовая диаграмма. |
| Тема 2.2 | Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. | Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы Вандер-Ваальса. Критические параметры. Внутренняя энергия газа Ван-дер-Ваальса. Расширение в пустоту. Эффект Джоуля—Томсона. Температура инверсии. Методы получения низких температур. |
| Тема 2.3 | Водяной пар. T-s и h-s диаграммы водяного пара. Влажный воздух | Общие положения. Сухой и влажный насыщенный пар. Перегретый пар. Энтропия пара. Энтропийные диаграммы для водяного пара. Процессы состояния для водяного пара. Влажный воздух. Относительная и абсолютная влажность. Влагосодержание. |
| Раздел III. Процессы течения газов и жидкостей | | |
| Тема 3.1 | Процессы течения газов и жидкостей. Дросселирование. | Скорость звука (в идеальном газе). Дросселирование. Адиабатическое истечение газа. |
| Тема 3.2 | Переход через скорость звука. Сопло Лаваля. (Основные положения) | Переход через скорость звука. Сопло Лаваля. (Основные положения) |
| Раздел IV. Теплосиловые и холодильные установки. | | |
| Тема 4.1 | Термодинамические циклы газовых теплосиловых установок. | Циклы компрессорных установок. Циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Циклы газотурбинных двигателей, циклы реактивных и ракетных двигателей. |
| Тема 4.2 | Термодинамические циклы паровых теплосиловых установок. | Цикл Карно. Цикл Ренкина. Регенеративный цикл. Бинарные циклы. Теплофикационные циклы. |
| Тема 4.3 | Методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок. | Метод сравнения термических КПД. Метод коэффициентов полезного действия. Эксергетический метод. |
| Тема 4.4 | Циклы холодильных установок. Тепловые насосы. | Цикл воздушно-холодильной установки. Циклы пароконденсационных установок. Тепловые насосы. |

| № пп | Наименование раздела и темы дисциплины | Содержание раздела (темы) |
|--|---|--|
| Раздел V. Введение в теплопередачу. Перенос теплоты теплопроводностью | | |
| Тема 5.1 | Основные механизмы переноса теплоты. | Температурное поле. Температурный градиент. Теплопроводность. Закон Фурье. Конвективный способ передачи теплоты. Закон Ньютона-Рихмана. |
| Тема 5.2 | Перенос теплоты теплопроводностью | Уравнение теплопроводности. Условия однозначности. Перенос теплоты через плоскую, цилиндрическую и сферическую стенки. Теплопроводность тел с внутренними источниками теплоты |
| Раздел VI. Основные положения конвективного переноса теплоты | | |
| Тема 6.1 | Основные уравнения теплообмена. Подобие. | Основные уравнения теплообмена. Подобие физических явлений. Подобие конвективного теплообмена. Обобщение опытных данных. |
| Тема 6.2 | Теплообмен в жидкостях и газах | Теплообмен в жидкостях и газах. Теплоотдача при различных условиях движения теплоносителей. Теплообмен в ламинарном пограничном слое на плоской поверхности. Теплообмен в турбулентном пограничном слое на плоской поверхности. Теплообмен при вынужденной конвекции в трубах и каналах Теплообмен при ламинарном течении в трубах. Теплообмен при турбулентном течении в трубах. Теплообмен при обтекании труб и трубных пучков. Теплообмен при свободной конвекции |
| Тема 6.3 | Теплообмен при кипении и конденсации | Теплообмен при кипении. Теплообмен при конденсации. Тепловые трубы |
| Раздел VII. Тепловое излучение. Нестационарная теплопроводность | | |
| Тема 7.1 | Основные закономерности теплового излучения | Физические основы излучения. Расчет теплообмена излучением. Солнечное излучение. Сложный теплообмен |
| Тема 7.2 | Нестационарная теплопроводность | Теплопроводность термически тонких тел. Теплопроводность полуграниченного тела и стержня. Нагрев и охлаждение пластины, цилиндра и шара. Нагрев и охлаждение тел конечных размеров. Регулярный тепловой режим. |
| Раздел VIII. Теплообменные аппараты | | |
| Тема 8.1 | Теплообменные аппараты (ТА). | Классификация и назначение. Основы теплового расчета. Эффективность теплообменников. Реальные коэффициенты теплопередачи. Гидравлический расчет теплообменников. |

3.4. Организация самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студента – обязательная часть образовательного процесса, направленная на развитие готовности к профессиональному и личностному самообразованию, на проектирование дальнейшего образовательного маршрута и профессиональной карьеры.

Самостоятельная работа обучающихся по дисциплине организована как совокупность аудиторных и внеаудиторных занятий и работ, обеспечивающих успешное освоение дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся по дисциплине выполняется на учебных занятиях под руководством преподавателя и по его заданию. Аудиторная самостоятельная работа обучающихся входит в общий объем времени, отведенного учебным планом на аудиторную работу, и регламентируется расписанием учебных занятий.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – планируемая учебная, научно-исследовательская, практическая работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время

по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия, расписанием учебных занятий не регламентируется.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся включает в себя:

- подготовку к лекциям, практическим и лабораторным занятиям, экзамену
- изучение учебных пособий;
- изучение разделов/тем, невыносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;
- подготовка к выполнению лабораторных работ и отчетов по ним;
- изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;
- подготовка ИДЗ
- подготовка к контрольным работам;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра;

Самостоятельная работа обучающихся с участием преподавателя в форме иной контактной работы предусматривает групповую и (или) индивидуальную работу с обучающимися и включает в себя:

- проведение консультаций перед экзаменом по необходимости;
- консультации по организации самостоятельного изучения отдельных разделов/тем, базовых понятий учебных дисциплин профильного/родственного бакалавриата, которые формировали ОПК и ПК, в целях обеспечения преемственности образования.

Перечень разделов/тем/, полностью или частично отнесенных на самостоятельное изучение с последующим контролем:

| № пп | Наименование раздела /темы дисциплины, выносимые на самостоятельное изучение | Задания для самостоятельной работы | Виды и формы контрольных мероприятий (учитываются при проведении текущего контроля) | Трудоемкость, час |
|------------------|--|---|---|-------------------|
| Раздел I | Основные понятия термодинамики и законы идеального газа | | | |
| Тема 1.1 | Тема 1.1 Основные понятия термодинамики. | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе для подготовки к контрольной работе. Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | устное собеседование по результатам выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам контрольная работа | 10 |
| Тема 1.2 | Первый закон Термодинамики. | | | |
| Тема 1.3 | Термодинамические процессы идеальных газов | | | |
| Тема 1.4. | Второй закон термодинамики. | | | |
| Раздел II | Реальные газы | | | |
| Тема 2.1 | Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. | Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | устное собеседование по результатам | 10 |

| | | | | |
|-------------------|--|--|--|-----------|
| Тема 2.2 | Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. | | выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам | |
| Тема 2.3 | Водяной пар. T-s и h-s диаграммы водяного пара. Влажный воздух | | | |
| Раздел III | Процессы течения газов и жидкостей | | | |
| Тема 3.1 | Процессы течения газов и жидкостей. Дросселирование. | Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | устное собеседование по результатам выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам | 10 |
| Тема 3.2 | Переход через скорость звука. Сопло Лаваля. (Основные положения) | | | |
| Раздел IV | Теплосиловые и холодильные установки. | | | |
| Тема 4.1 | Термодинамические циклы газовых теплосиловых установок. | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе для подготовки ИДЗ. Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | устное собеседование по результатам выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам ИДЗ | 12 |
| Тема 4.2 | Термодинамические циклы паровых теплосиловых установок. | | | |
| Тема 4.3 | Методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок. | | | |
| Тема 4.4 | Циклы холодильных установок. Тепловые насосы. | | | |
| Раздел V. | Введение в теплопередачу. Перенос теплоты теплопроводностью | | | |
| Тема 5.1 | Основные механизмы переноса теплоты. | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе для подготовки к контрольной работе. Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | устное собеседование по результатам выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам контрольная работа | 7 |
| Тема 5.2 | Перенос теплоты теплопроводностью | | | |
| Раздел VI. | Основные положения конвективного переноса теплоты | | | |
| Тема 6.1 | Основные уравнения теплообмена. Подобие. | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе для подготовки к контрольной работе. | устное собеседование по результатам | 7 |
| Тема 6.2 | Теплообмен в жидкостях и газах | | | |

| | | | | |
|--|---|---|---|----------|
| Тема 6.3 | Теплообмен при кипении и конденсации | Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам контрольная работа | |
| Раздел VII. Тепловое излучение. Нестационарная теплопроводность | | | | |
| Тема 7.1 | Основные закономерности теплового излучения | Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | устное собеседование по результатам выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам | 7 |
| Тема 7.2 | Нестационарная теплопроводность | | | |
| Раздел VIII. Теплообменные аппараты | | | | |
| Тема 8.1 | Теплообменные аппараты (ТА). | Проработать учебный материал по предложенной учебной литературе. Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | устное собеседование по результатам выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам | 7 |

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

При реализации программы учебной дисциплины/учебного модуля электронное обучение и дистанционные образовательные технологии не применяются.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ, СИСТЕМА И ШКАЛА ОЦЕНИВАНИЯ

4.1. Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции(й).

| Уровни сформированности компетенции(-й) | Итоговое количество баллов в 100-балльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации | Оценка в пятибалльной системе по результатам текущей и промежуточной аттестации | Показатели уровня сформированности | | |
|---|---|---|---|--|---------------------------------------|
| | | | универсальной(-ых) компетенции(-й) | общепрофессиональной(-ых) компетенций | профессиональной(-ых) компетенции(-й) |
| | | | УК-1 ИД-УК-1.5 | | ПК-1 ИД-ПК-1.2 |
| высокий | 85 – 100 | отлично | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализирует и систематизирует изученный материал с обоснованием актуальности его использования в своей предметной области; – показывает четкие системные знания и представления по дисциплине; – дает развернутые, полные и верные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные – Подбирает методы и средства для решения возникающих задач при научном исследовании проблем; – Владеет методами решения задач на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Знает теоретические основы технической термодинамики и теплопередачи в полном объеме в соответствии с программой обучения по данному курсу, в том числе основные законы и процессы превращения энергии и переноса теплоты; методы проведения расчётов процессов переноса теплоты, эффективности тепловых и эксергетических балансов тепло-технологических установок; – Знает современные методы и средства идентификации тепловых процессов и разработки их рабочих моделей; – В полном объеме с высокой степенью точности воспроизводит и объясняет пройденный учебный материал, уверенно объясняет теоретические положения, возможности и направления их практического применения. – Умеет решать нетипичные задачи технической термодинамики и теплопередачи высокой сложности на основе воспроизведения алгоритмов решения, освоенных в результате изучения пройденного теоретического материала; – адекватно подбирает методы и средства для решения возникающих задач при научном исследовании проблем; идентифицировать процессы и разрабатывать их физические и математические модели. | |

| | | | | |
|------------|---------|-------------------|--|---|
| | | | <p>применением в нетипичных ситуациях; Владеет методами и средствами обработки и анализа получаемых аналитических и эмпирических данных и их интерпретацией;</p> | <p>– Владеет методами решения задач высокой сложности на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях; – Владеет методами и средствами обработки и анализа получаемых аналитических и эмпирических данных и их интерпретацией; \</p> |
| повышенный | 65 – 84 | хорошо | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обоснованно излагает, анализирует и систематизирует изученный материал, что предполагает комплексный характер анализа проблемы при решении задач безопасности жизнедеятельности; – правильно применяет теоретические положения при решении практических задач, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – ответ отражает полное знание материала, с незначительными пробелами, допускает единичные негрубые ошибки. | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Знает основы технической термодинамики и теплопередачи в соответствии с программой обучения по данному курсу, в том числе основные законы и процессы превращения энергии и переноса теплоты; методы проведения расчётов процессов переноса теплоты, методы расчёта эффективности тепловых балансов теплотехнологических установок; – недостаточно полно воспроизводит и объясняет пройденный учебный материал, недостаточно уверенно объясняет возможности и направления практического применения полученных знаний. – Умеет решать типовые задачи технической термодинамики и теплопередачи повышенной сложности на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения, освоенных в процессе обучения. – Владеет методами решения типовых задач повышенной сложности на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях. – |
| базовый | 41 – 64 | удовлетворительно | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – ответ отражает в целом сформированные, но содержащие незначительные | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; – Знает основы технической термодинамики и теплопередачи в соответствии с программой обучения по данному курсу, в том числе основные законы и процессы превращения энергии и переноса теплоты в недостаточно полном объёме; – неуверенно объясняет теоретические положения, возможности и направления практического применения пройденного материала. |

| | | | | |
|--------|--------|---------------------|--|---|
| | | | пробелы знания, допускаются грубые ошибки. – С трудом подбирает методы и средства для решения возникающих задач при научном исследовании проблем; | – Умеет решать типовые не сложные задачи технической термодинамики и теплопередачи на основе воспроизведения стандартных алгоритмов решения. – Владеет некоторыми методами решения типовых задач на основе приобретенных знаний, умений и навыков, с их применением в нетипичных ситуациях |
| низкий | 0 – 40 | неудовлетворительно | Обучающийся: <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал по технической термодинамике и теплопередаче, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач технической термодинамики и теплопередачи стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; – выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; – ответ отражает отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. | |

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Безопасность жизнедеятельности» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

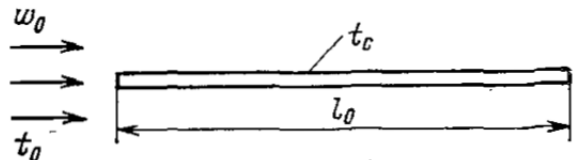
| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | Формируемая компетенция |
|-------|---|---|---|
| | Контрольная работа 1 по Разделу I «Основные | Нечетный вариант 1. Какова будет плотность газа при температуре t , °С, и давлении p , мм. рт. ст., если при 0 °С и 101,3 кПа она равна ρ_n , кг/м ³ . 2. Какой объем занимает m , кг, газа, при температуре t_2 , °С, и давлении p_2 , МПа. | УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 |

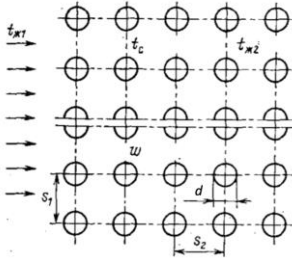
| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | Формируе мая компетенц ия | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|---|---|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|------------|---|----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|-----|---|----|-----|-----|-----|----|---|----|-----|-----|---|----|-----|-----|-----|----|-----|------|----|-----|--|
| | понятия термодинамики и законы идеального газа» | <p>3. В цилиндре диаметром d, м, содержится v, m^3, воздуха при давлении и температуре p_3, кПа, и t_3, °С. До какой температуры должен нагреваться воздух при постоянном давлении, чтобы движущийся без трения поршень поднялся на h, м.</p> <p>4. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру t_4, °С. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до T_4, °С. Взорвется ли баллон, если известно, что при данной температуре он может выдержать давление не более P_4, МПа? Начальное давление p_4, Мпа.</p> <p>5. Объемный состав сухих продуктов сгорания топлива (не содержащих водяных паров) следующий CO_2, %, O_2, %, N_2, %.</p> <p>Найти кажущуюся молекулярную массу и газовую постоянную, а также плотность и удельный объем продуктов сгорания при P_5, кПа и t_5, °С</p> <p style="text-align: center;"><i>Таблица К.1.</i></p> <table border="1" data-bbox="689 699 1668 906"> <thead> <tr> <th>N вар</th> <th>t_4, °С</th> <th>T_4, °С</th> <th>P_4, Мпа</th> <th>p_4, Мпа</th> <th>CO_2, %</th> <th>O_2, %</th> <th>N_2, %</th> <th>p_5, кПа</th> <th>t_5, °С</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>15</td> <td>450</td> <td>9,8</td> <td>4,8</td> <td>12,3</td> <td>7,2</td> <td>80,5</td> <td>100</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>20</td> <td>380</td> <td>7,9</td> <td>3,5</td> <td>11</td> <td>5</td> <td>84</td> <td>105</td> <td>753</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>25</td> <td>400</td> <td>9,3</td> <td>2,5</td> <td>15</td> <td>8,4</td> <td>76,6</td> <td>97</td> <td>768</td> </tr> </tbody> </table> | N вар | t_4 , °С | T_4 , °С | P_4 , Мпа | p_4 , Мпа | CO_2 , % | O_2 , % | N_2 , % | p_5 , кПа | t_5 , °С | 1 | 15 | 450 | 9,8 | 4,8 | 12,3 | 7,2 | 80,5 | 100 | 800 | 2 | 20 | 380 | 7,9 | 3,5 | 11 | 5 | 84 | 105 | 753 | 3 | 25 | 400 | 9,3 | 2,5 | 15 | 8,4 | 76,6 | 97 | 768 | |
| N вар | t_4 , °С | T_4 , °С | P_4 , Мпа | p_4 , Мпа | CO_2 , % | O_2 , % | N_2 , % | p_5 , кПа | t_5 , °С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 15 | 450 | 9,8 | 4,8 | 12,3 | 7,2 | 80,5 | 100 | 800 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 20 | 380 | 7,9 | 3,5 | 11 | 5 | 84 | 105 | 753 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 25 | 400 | 9,3 | 2,5 | 15 | 8,4 | 76,6 | 97 | 768 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Контрольная работа 2 по разделу «Основные понятия термодинамики и законы идеального газа» | <p>Контрольная работа 2. Нечетные варианты</p> <p>1. В закрытом сосуде емкостью V m^3, содержится воздух при давлении p_1, МПа, и температуре t_1, °С. В результате изохорного охлаждения сосуда воздух, содержащийся в нем, теряет Q, кДж. Принимая теплоемкость воздуха постоянной, определить, какое давление и какая температура устанавливаются после этого в сосуде.</p> <p>2. В цилиндре находится углекислый газ при давлении p_2, МПа, и температуре t_2, °С. От воздуха отнимается теплота при $p = const$ таким образом, что в конце процесса устанавливается температура t_{21}, °С. Объем цилиндра V_2, л. Определить количество отнятой теплоты, конечный объем, изменение внутренней энергии и совершенную работу сжатия.</p> <p>3. При изотермическом сжатии V_3, л, воздуха с начальными параметрами p_3, МПа, и t_3, °С, отводится Q_3, кДж, теплоты. Определить конечный объем и конечное давление.</p> | УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | Формируе мая компетенц ия | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------------------|--|---|-------------|-----------|------------|-------------|-----------|----------------|-------------|-----------|----------------|---|----|----|----|-----|----|---|-----|----|------|---|----|----|----|------|----|---|-----|----|-----|---|----|----|----|-----|----|---|------|----|------|--|
| | | <p>4. Воздушный буфер состоит из цилиндра, плотно закрытого подвижным поршнем. Длина цилиндра l, см, а диаметр d, см. Параметры воздуха, находящегося в цилиндре, p_4, МПа, и t_4, °С. Определить работу на адиабатическое сжатие воздуха, если движущийся без трения поршень продвинется на a, см. Найти конечное давление и температуру.</p> <p>5. V_5, м³ воздуха при давлении p_5, МПа и температуре t_5, °С, расширяется по политропе до трехкратного объема и давления p_{51}, МПа. Найти показатель политропы, работу расширения, количество сообщенной извне теплоты и изменение внутренней энергии.</p> <p><i>Таблица К.2.</i></p> <table border="1" data-bbox="631 579 1727 759"> <thead> <tr> <th>N вар</th> <th>l, см</th> <th>d, см</th> <th>a, см</th> <th>p_4, Мпа</th> <th>t_4, С</th> <th>V_5, м3</th> <th>p_5, Мпа</th> <th>t_5, С</th> <th>p_{51}, МПа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>50</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>0,1</td> <td>20</td> <td>3</td> <td>0,4</td> <td>60</td> <td>0,15</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>60</td> <td>25</td> <td>30</td> <td>0,15</td> <td>30</td> <td>5</td> <td>0,2</td> <td>50</td> <td>0,1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>70</td> <td>30</td> <td>45</td> <td>0,3</td> <td>25</td> <td>4</td> <td>0,15</td> <td>30</td> <td>0,08</td> </tr> </tbody> </table> | N вар | l , см | d , см | a , см | p_4 , Мпа | t_4 , С | V_5 , м3 | p_5 , Мпа | t_5 , С | p_{51} , МПа | 1 | 50 | 20 | 40 | 0,1 | 20 | 3 | 0,4 | 60 | 0,15 | 2 | 60 | 25 | 30 | 0,15 | 30 | 5 | 0,2 | 50 | 0,1 | 3 | 70 | 30 | 45 | 0,3 | 25 | 4 | 0,15 | 30 | 0,08 | |
| N вар | l , см | d , см | a , см | p_4 , Мпа | t_4 , С | V_5 , м3 | p_5 , Мпа | t_5 , С | p_{51} , МПа | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 50 | 20 | 40 | 0,1 | 20 | 3 | 0,4 | 60 | 0,15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 60 | 25 | 30 | 0,15 | 30 | 5 | 0,2 | 50 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 70 | 30 | 45 | 0,3 | 25 | 4 | 0,15 | 30 | 0,08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Защита лабораторных работ 4 семестр | <p><u>Определение средней изобарной теплоемкости влажного воздуха</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Что такое теплоемкость? 2) Что такое удельная теплоемкость? 3) Какая бывает удельная теплоемкость? <p><u>Изучение процесса осушения влажного воздуха</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Что такое влажный воздух? 2) Газовый состав воздуха 3) Какими параметрами характеризуется состояние влажного воздуха? <p><u>Испытание работы парокомпрессионной холодильной машины</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) В каких технологических процессах в различных отраслях промышленности (в частности, легкой) могут применяться низкие температуры и для чего? 2) Что такое искусственное охлаждение? 3) Второй закон термодинамики. <p><u>Изучение работы паросиловой установки</u></p> | УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | Формируе мая компетенц ия |
|-------------|--|---|---|
| | | <p>1) Что такое водяной пар? 2) Какой пар называется влажным насыщенным, сухим насыщенным, перегретым? 3) Показатели свойств водяного пара.</p> <p><u>Определение свойств влажного воздуха.</u> 1. В чем состоит цель лабораторной работы? 2. Для чего используется влажный воздух? 3. Из чего состоит влажный воздух?</p> <p><u>Определение свойств воды и водяного пара с помощью таблиц и диаграммы состояния h-s</u> 1) В качестве чего в теплотехнике используются различные жидкости и их пары? 2) Почему вода получила широкое распространение в качестве теплоносителя? 3) Как образуется пар?</p> | |
| | Индивидуальное домашнее задание. Раздел «Теплосиловые и холодильные установки» | <p style="text-align: center;">ВАРИАНТ № 1 по курсу "Термодинамика"</p> <p>Цикл состоит из следующих процессов:</p> <p style="text-align: center;">(1 – 2) $V = \text{Const}$ (2 – 3) $S = \text{Const}$ (3 – 4) $n = \text{Const}$ (4 – 5) $T = \text{Const}$ (5 – 1) $P = \text{Const}$</p> <p>Рабочее тело – H_2O Показатель политропного процесса $n = 1,2$</p> <p>$P_1 = 0,4$ бар $P_2 = 3 \cdot P_1$ $P_4 = P_2$</p> <p>$T_1 = 0$ °C $T_3 = 700$ °C</p> <p>Р а с с ч и т а т ь :</p> <p>1) параметры (P, V, T) в каждой точке цикла и функции состояния (u, h, s); 2) теплоту, работу расширения, изменение внутренней энергии,</p> | УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 |

| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | Формируе мая компетенц ия | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|--|--|------------------------------------|---|---|---|---|---|----------------------------|---|------|---|-----|----|---|-------|------|---|-----|----|---|-------|------|---|-----|----|----------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------------------|---|---|-----------------|----------------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|
| | | <p>3) термический коэффициент полезного действия цикла; Газ считать идеальным, его теплоемкость – зависящей от температуры, процессы – обратимыми. Представить сводные таблицы параметров и функций состояния для каждой точки цикла, Представить цикл в масштабе в P, V и T, s диаграммах. Для вычерчивания цикла при необходимости рассчитать несколько промежуточных точек. Считать, что $s = 0$ при $T_0 = 273,15$ К и $P_0 = 0,1$ МПа.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | <p>Контрольная работа 3 по разделу «Введение в теплопередачу. Перенос теплоты теплопроводностью»</p> | <p>Контрольная работа №3</p> <p>1. Определить толщину изоляции с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{и1}$, Вт/(м·°С), которую нужно положить на плоскую стенку, изготовленную из стали толщиной δ_{11}, мм, с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{т1}$, Вт/(м·°С), чтобы теплотери этой стенки уменьшились в 2 раза по сравнению с неизолированной стенкой. В расчете принять следующие значения коэффициентов теплоотдачи: от горячей жидкости к стенке α_{11}, Вт/(м²·°С), от стенки к охлаждающей жидкости α_{12}, Вт/(м²·°С) (Таблица К3.1)</p> <p>Таблица К3.1</p> <table border="1" data-bbox="472 735 1487 919"> <thead> <tr> <th>№ варианта</th> <th>$\lambda_{и1}$, Вт/(м·°С)</th> <th>$\lambda_{т1}$, Вт/(м·°С)</th> <th>δ_{11}, мм</th> <th>α_{11}, Вт/(м²·°С)</th> <th>α_{12}, Вт/(м²·°С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,116</td> <td>54,5</td> <td>6</td> <td>116</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,111</td> <td>48,8</td> <td>5</td> <td>166</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0,119</td> <td>47,8</td> <td>4</td> <td>123</td> <td>27</td> </tr> </tbody> </table> <p>2. Вычислить потерю теплоты с 1 м неизолированного трубопровода диаметрами d_{21}/d_{22}, проложенного на открытом воздухе, если внутри трубы протекает вода со средней температурой $t_{ж21}$, °С, и температура окружающего воздуха $t_{ж22}$, °С. Коэффициент теплопроводности материала трубы $\lambda_{т2}$, Вт/(м·°С). Коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы α_{21}, Вт/(м²·°С) и от трубы к окружающему воздуху α_{22}, Вт/(м²·°С).</p> <p>Определить так же температуру на внутренней и внешней поверхностях трубы.</p> <p>Определить тепловые потери, если этот трубопровод покрыт слоем изоляции толщиной δ_1, мм. Коэффициент теплопроводности изоляции $\lambda_{и2}$, Вт/(м·°С). Коэффициент теплоотдачи от поверхности теплоизоляции к окружающему воздуху α_{23}, Вт/(м²·°С). Вычислить так же температуры на внешней поверхности трубы и на внешней поверхности изоляции. (Таблица К3.2).</p> <p>Таблица К3.2</p> <table border="1" data-bbox="472 1262 1886 1329"> <thead> <tr> <th>№ вар-та</th> <th>d_{21}, мм</th> <th>d_{22}, мм</th> <th>$t_{ж21}$, °С</th> <th>$t_{ж22}$, °С</th> <th>$\lambda_{т2}$, Вт/(м·°С)</th> <th>α_{21}, Вт/(м²·°С)</th> <th>α_{22}, Вт/(м²·°С)</th> <th>δ_1, мм</th> <th>$\lambda_{и2}$, Вт/(м·°С)</th> <th>α_{23}, Вт/(м²·°С)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> | № варианта | $\lambda_{и1}$, Вт/(м·°С) | $\lambda_{т1}$, Вт/(м·°С) | δ_{11} , мм | α_{11} , Вт/(м ² ·°С) | α_{12} , Вт/(м ² ·°С) | 1 | 0,116 | 54,5 | 6 | 116 | 23 | 2 | 0,111 | 48,8 | 5 | 166 | 20 | 3 | 0,119 | 47,8 | 4 | 123 | 27 | № вар-та | d_{21} , мм | d_{22} , мм | $t_{ж21}$, °С | $t_{ж22}$, °С | $\lambda_{т2}$, Вт/(м·°С) | α_{21} , Вт/(м ² ·°С) | α_{22} , Вт/(м ² ·°С) | δ_1 , мм | $\lambda_{и2}$, Вт/(м·°С) | α_{23} , Вт/(м ² ·°С) | | | | | | | | | | | | <p>УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2</p> |
| № варианта | $\lambda_{и1}$, Вт/(м·°С) | $\lambda_{т1}$, Вт/(м·°С) | δ_{11} , мм | α_{11} , Вт/(м ² ·°С) | α_{12} , Вт/(м ² ·°С) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,116 | 54,5 | 6 | 116 | 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 0,111 | 48,8 | 5 | 166 | 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 0,119 | 47,8 | 4 | 123 | 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № вар-та | d_{21} , мм | d_{22} , мм | $t_{ж21}$, °С | $t_{ж22}$, °С | $\lambda_{т2}$, Вт/(м·°С) | α_{21} , Вт/(м ² ·°С) | α_{22} , Вт/(м ² ·°С) | δ_1 , мм | $\lambda_{и2}$, Вт/(м·°С) | α_{23} , Вт/(м ² ·°С) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | | | | | | | | | | Формируе мая компетенц ия | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|---|--|---|-----------------|----------------------------|-----------|------------|---|---|---------------|----|------------------------------------|---|---|-----|-----|----|-----|------|------|----|----|-------|---|---|-----|-----|-----|-----|------|------|---|----|-------|---|----------|---------------|---------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------|------------|---|---|---------------|---|----|----|----|----|------|------|----|------|----|----|---|----|----|------|----|------|------|----|------|----|----|---|----|----|------|----|------|-----|----|------|----|----|--|
| | | <table border="1"> <tr> <td>1</td><td>150</td><td>165</td><td>90</td><td>-15</td><td>50</td><td>1000</td><td>12</td><td>60</td><td>0,15</td><td>8</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>155</td><td>163</td><td>95</td><td>-10</td><td>48,8</td><td>1200</td><td>10</td><td>50</td><td>0,158</td><td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>160</td><td>170</td><td>100</td><td>-12</td><td>47,8</td><td>1500</td><td>7</td><td>40</td><td>0,108</td><td>4</td> </tr> </table> <p data-bbox="456 483 1899 638">3. По трубопроводу диаметрами d_{31}/d_{32}, мм (теплопроводность материала $\lambda_{т3}$, Вт/(м·°С)), покрытому изоляцией толщиной δ_2, мм (теплопроводность изоляции $\lambda_{и3}$, Вт/(м·°С)), проходит насыщенный пар давлением P, кПа. Определить суточную потерю теплоты с участка трубопровода длиной ℓ м и температуру наружной поверхности изоляции, если коэффициент теплоотдачи от пара к стенке трубы α_{31}, Вт/(м²·°С) и от внешней поверхности изоляции к окружающему воздуху α_{32}, Вт/(м²·°С). Температура окружающего воздуха $t_{ж2}$, °С. (Таблица К3.3)</p> <p data-bbox="456 643 1899 667">Таблица К3.3</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>№ вар-та</th><th>d_{31}, мм</th><th>d_{32}, мм</th><th>$\lambda_{т3}$, Вт/(м·°С)</th><th>δ_2, мм</th><th>$\lambda_{и3}$, Вт/(м·°С)</th><th>P, кПа</th><th>ℓ, м</th><th>α_{31}, Вт/(м²·°С)</th><th>α_{32}, Вт/(м²·°С)</th><th>$t_{ж2}$, °С</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td><td>25</td><td>29</td><td>50</td><td>25</td><td>0,06</td><td>1000</td><td>30</td><td>2000</td><td>10</td><td>10</td> </tr> <tr> <td>2</td><td>30</td><td>36</td><td>48,8</td><td>20</td><td>0,08</td><td>1200</td><td>25</td><td>2300</td><td>12</td><td>15</td> </tr> <tr> <td>3</td><td>35</td><td>43</td><td>47,8</td><td>15</td><td>0,07</td><td>800</td><td>20</td><td>1800</td><td>10</td><td>12</td> </tr> </tbody> </table> | 1 | 150 | 165 | 90 | -15 | 50 | 1000 | 12 | 60 | 0,15 | 8 | 2 | 155 | 163 | 95 | -10 | 48,8 | 1200 | 10 | 50 | 0,158 | 5 | 3 | 160 | 170 | 100 | -12 | 47,8 | 1500 | 7 | 40 | 0,108 | 4 | № вар-та | d_{31} , мм | d_{32} , мм | $\lambda_{т3}$, Вт/(м·°С) | δ_2 , мм | $\lambda_{и3}$, Вт/(м·°С) | P , кПа | ℓ , м | α_{31} , Вт/(м ² ·°С) | α_{32} , Вт/(м ² ·°С) | $t_{ж2}$, °С | 1 | 25 | 29 | 50 | 25 | 0,06 | 1000 | 30 | 2000 | 10 | 10 | 2 | 30 | 36 | 48,8 | 20 | 0,08 | 1200 | 25 | 2300 | 12 | 15 | 3 | 35 | 43 | 47,8 | 15 | 0,07 | 800 | 20 | 1800 | 10 | 12 | |
| 1 | 150 | 165 | 90 | -15 | 50 | 1000 | 12 | 60 | 0,15 | 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 155 | 163 | 95 | -10 | 48,8 | 1200 | 10 | 50 | 0,158 | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 160 | 170 | 100 | -12 | 47,8 | 1500 | 7 | 40 | 0,108 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| № вар-та | d_{31} , мм | d_{32} , мм | $\lambda_{т3}$, Вт/(м·°С) | δ_2 , мм | $\lambda_{и3}$, Вт/(м·°С) | P , кПа | ℓ , м | α_{31} , Вт/(м ² ·°С) | α_{32} , Вт/(м ² ·°С) | $t_{ж2}$, °С | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 25 | 29 | 50 | 25 | 0,06 | 1000 | 30 | 2000 | 10 | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 30 | 36 | 48,8 | 20 | 0,08 | 1200 | 25 | 2300 | 12 | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 35 | 43 | 47,8 | 15 | 0,07 | 800 | 20 | 1800 | 10 | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Контрольная работа 4 по разделам «Основные положения конвективного переноса теплоты», «Тепловое излучение» и «Теплообменные аппараты» | <p data-bbox="456 946 1899 1034">Задача 1 Тонкая пластина длиной l_0, м и шириной b, м обтекается продольным потоком воздуха (рис). Скорость и температура набегающего потока равны соответственно w_0, м/с, t_0, °С. Температура поверхности пластины t_c, °С.</p>  <p data-bbox="456 1225 1899 1289">Определить средний по длине пластины коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, отдаваемой пластиной воздуху. (Варианты см. таблицу К4.1)</p> <p data-bbox="456 1313 1899 1342">Задача 2</p> | УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | Формируе мая компетенц ия | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------------|---|------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----|-----|-----|----|-----|---|-----|-----|-----|----|----|---|-----|-----|-----|----|----|---------|---------|----------------|-----|-----|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|---|-----------|----|---|---|----|----|-----|----|-----|---|-------------|----|---|---|----|----|-----|----|-----|--|
| | | <div style="display: flex; align-items: flex-start;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>Трубчатый подогреватель предполагается выполнить из труб диаметром d, мм, расположенных в порядке (по вариантам) с поперечным и продольным шагами $s_1 = s_2 = 2,5d$. Число труб в одном ряду поперек потока выбрано m, число рядов n (см. рисунок). Температура воздуха, поступающего в подогреватель, $t_{ж1}, ^\circ\text{C}$, на выходе из подогревателя $t_{ж2}, ^\circ\text{C}$. Температура наружной поверхности труб задана и равна $t_c, ^\circ\text{C}$. Какой длины должны быть трубы, чтобы при скорости воздуха в узком сечении пучка w, м/с количество теплоты, передаваемой воздуху, составило Q, кВт. (Варианты см. таблицу К4.2)</p> </div> </div> <p>Задача 3 Определить коэффициент теплоотдачи и температурный напор при пузырьковом кипении воды, если тепловая нагрузка поверхности нагрева q, МВт/м². Вода находится под давлением P, МПа. (Варианты см. таблицу К4.3)</p> <p>Задача 4 Нагрев стальной болванки осуществляется в муфельной печи с температурой ее стенок $t_c, ^\circ\text{C}$. Степень черноты поверхности стальной болванки ε_1 (средняя за период нагрева) и степень черноты шамотной стенки муфельной печи ε_2. Соотношение поверхностей, участвующих в лучистом теплообмене, равно F_1/F_2. Вычислить значение плотности лучистого потока, если температура болванки $t_b, ^\circ\text{C}$. (Варианты см. таблицу К4.4)</p> <p>Таблица К4.1</p> <table border="1" data-bbox="470 981 1294 1145"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>$l_0, \text{м}$</th> <th>$b, \text{м}$</th> <th>$d, \text{м/с}$</th> <th>$t_0, ^\circ\text{C}$</th> <th>$t_c, ^\circ\text{C}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2,2</td> <td>1,4</td> <td>3,1</td> <td>30</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2,4</td> <td>1,3</td> <td>2,9</td> <td>20</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2,6</td> <td>1,1</td> <td>2,8</td> <td>30</td> <td>70</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица К4.2</p> <table border="1" data-bbox="470 1209 1444 1327"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>Порядок</th> <th>$d, \text{мм}$</th> <th>m</th> <th>n</th> <th>$t_{ж1}, ^\circ\text{C}$</th> <th>$t_{ж2}, ^\circ\text{C}$</th> <th>$t_c, ^\circ\text{C}$</th> <th>$w, \text{м/с}$</th> <th>$Q, \text{кВт}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>шахматное</td> <td>40</td> <td>7</td> <td>6</td> <td>30</td> <td>90</td> <td>160</td> <td>11</td> <td>128</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>корридорное</td> <td>42</td> <td>6</td> <td>4</td> <td>40</td> <td>80</td> <td>140</td> <td>12</td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table> | Вариант | $l_0, \text{м}$ | $b, \text{м}$ | $d, \text{м/с}$ | $t_0, ^\circ\text{C}$ | $t_c, ^\circ\text{C}$ | 1 | 2,2 | 1,4 | 3,1 | 30 | 100 | 2 | 2,4 | 1,3 | 2,9 | 20 | 80 | 3 | 2,6 | 1,1 | 2,8 | 30 | 70 | Вариант | Порядок | $d, \text{мм}$ | m | n | $t_{ж1}, ^\circ\text{C}$ | $t_{ж2}, ^\circ\text{C}$ | $t_c, ^\circ\text{C}$ | $w, \text{м/с}$ | $Q, \text{кВт}$ | 1 | шахматное | 40 | 7 | 6 | 30 | 90 | 160 | 11 | 128 | 2 | корридорное | 42 | 6 | 4 | 40 | 80 | 140 | 12 | 120 | |
| Вариант | $l_0, \text{м}$ | $b, \text{м}$ | $d, \text{м/с}$ | $t_0, ^\circ\text{C}$ | $t_c, ^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 2,2 | 1,4 | 3,1 | 30 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2,4 | 1,3 | 2,9 | 20 | 80 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 2,6 | 1,1 | 2,8 | 30 | 70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вариант | Порядок | $d, \text{мм}$ | m | n | $t_{ж1}, ^\circ\text{C}$ | $t_{ж2}, ^\circ\text{C}$ | $t_c, ^\circ\text{C}$ | $w, \text{м/с}$ | $Q, \text{кВт}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | шахматное | 40 | 7 | 6 | 30 | 90 | 160 | 11 | 128 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | корридорное | 42 | 6 | 4 | 40 | 80 | 140 | 12 | 120 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | | | | | | | | | | Формируе мая компетенц ия | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------------------------|--|--------------|--------------|-----------|---|----|-----|-----|----|-----|---|-----------------|-----------------|---|-----|---|---|-----|-----|---|-----|-----|---------|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------|-----------|---|-----|----|-----|-----|-----|---|-----|----|------|-----|-----|---|-----|----|-----|------|-----|---|-----|-----|------|------|-----|--|
| | | 3 | шахматное | 44 | 9 | 7 | 30 | 110 | 155 | 13 | 130 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <p>Таблица К4.3</p> <table border="1" data-bbox="472 408 1016 587"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>$q, \text{МВт}$</th> <th>$P, \text{Мпа}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1,5</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1,2</td> <td>1,2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1,3</td> <td>1,1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Таблица К4.4</p> <table border="1" data-bbox="472 651 1205 852"> <thead> <tr> <th>Вариант</th> <th>$t_c, ^\circ\text{C}$</th> <th>$t_6, ^\circ\text{C}$</th> <th>ϵ_1</th> <th>ϵ_2</th> <th>F_1/F_2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>950</td> <td>40</td> <td>0,7</td> <td>0,9</td> <td>1/4</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>900</td> <td>50</td> <td>0,75</td> <td>0,7</td> <td>1/3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>850</td> <td>30</td> <td>0,6</td> <td>0,75</td> <td>1/2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>990</td> <td>100</td> <td>0,85</td> <td>0,65</td> <td>1/5</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | Вариант | $q, \text{МВт}$ | $P, \text{Мпа}$ | 1 | 1,5 | 1 | 2 | 1,2 | 1,2 | 3 | 1,3 | 1,1 | Вариант | $t_c, ^\circ\text{C}$ | $t_6, ^\circ\text{C}$ | ϵ_1 | ϵ_2 | F_1/F_2 | 1 | 950 | 40 | 0,7 | 0,9 | 1/4 | 2 | 900 | 50 | 0,75 | 0,7 | 1/3 | 3 | 850 | 30 | 0,6 | 0,75 | 1/2 | 4 | 990 | 100 | 0,85 | 0,65 | 1/5 | |
| Вариант | $q, \text{МВт}$ | $P, \text{Мпа}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 1,5 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1,2 | 1,2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1,3 | 1,1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Вариант | $t_c, ^\circ\text{C}$ | $t_6, ^\circ\text{C}$ | ϵ_1 | ϵ_2 | F_1/F_2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 950 | 40 | 0,7 | 0,9 | 1/4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 900 | 50 | 0,75 | 0,7 | 1/3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 850 | 30 | 0,6 | 0,75 | 1/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 990 | 100 | 0,85 | 0,65 | 1/5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Защита лабораторных работ 5 семестр | <p><u>Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции воздуха.</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Что такое теплоотдача (конвективный теплообмен)? 2) Условия возникновения конвективного теплообмена. 3) С помощью чего осуществляется перенос теплоты при теплоотдаче? <p><u>Определение коэффициента теплоотдачи при внешнем обтекании одиночной трубы</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) С помощью чего подаются теплоносители в теплообменные аппараты? 2) Условие возникновения конвективного переноса теплоты между теплоносителем и соприкасающейся с ним поверхностью твердого тела? 3) Что такое конвективный теплообмен? <p><u>Изучение процесса теплопередачи в теплообменном аппарате</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Что такое теплообменный аппарат? 2) Какие бывают теплообменники? (по назначению и по способу передачи теплоты). 3) Что может использоваться в качестве теплоносителя в теплообменниках? | | | | | | | | | | УК-1: ИД-УК-1.5 ПК-1 ИД-ПК-1.2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| № п п | Формы текущего контроля | Примеры типовых заданий | Формируе мая компетенц ия |
|-------------|-------------------------------|---|------------------------------------|
| | | <p><u>Определение теплопроводности материалов одежды и обуви методом трубы</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Каким параметром определяются теплозащитные свойства материалов? 2) Одежда или обувь обычно состоит из различных материалов, имеющих свои показатели термического сопротивления. Чем в этом случае будут характеризоваться теплозащитные свойства? 3) Какова цель работы? | |

5.2. Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| Наименование оценочного средства (контрольно- оценочного мероприятия) | Критерии оценивания | Шкалы оценивания | |
|--|--|-------------------------|-------------------------|
| | | 100-балльная система | Пятибалльная система |
| Защита лабораторных работ | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном оперировании понятиями, умении выделить причинно-следственные связи. Обучающийся демонстрирует глубокие и прочные знания материала по заданным вопросам, исчерпывающе и последовательно, грамотно и логически стройно его излагает | 5 баллов | 5 |
| | Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос (вопросы), показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения дисциплины; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Обучающийся твердо знает материал по заданным вопросам, грамотно и последовательно его излагает, но допускает несущественные неточности в определениях. | 4 балла | 4 |
| | Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос (вопросы), но при этом показано умение выделить причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Обучающийся владеет знаниями | 3 балла | 3 |

| Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия) | Критерии оценивания | Шкалы оценивания | |
|--|--|----------------------|----------------------|
| | | 100-балльная система | Пятибалльная система |
| | только по основному материалу, но не знает отдельных деталей и особенностей, допускает неточности и испытывает затруднения с формулировкой определений. | | |
| | Дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Обучающийся не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа обучающегося не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы темы. | 0-2 баллов | 2 |
| | Не получены ответы по базовым вопросам дисциплины. | 0 баллов | |
| | Не принимал участия в коллоквиуме. | 0 баллов | |
| Контрольная работа 1, 2 | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов и формул для решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках); | 9 – 10 баллов | 5 |
| | Продемонстрировано использование правильных методов и формул при решении задач при наличии существенных ошибок в 1 из них; | 7 – 8 баллов | 4 |
| | Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 5 – 6 баллов | 3 |
| | Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 0 – 4 баллов | 2 |
| Индивидуальное задание | Работа выполнена полностью. Нет ошибок в логических рассуждениях. Выполнены все пункты задания. Приведены правильные формулы и решения. Возможно наличие одной неточности или опечатки, не являющиеся следствием незнания или непонимания учебного материала. Обучающийся показал полный объем знаний, умений в освоении пройденных тем и применение их на практике. | 18-25 баллов | 5 |
| | Работа выполнена полностью, но обоснований шагов решения недостаточно. Допущена одна ошибка или два-три недочета. | 14-17 баллов | 4 |
| | Допущены более одной ошибки или более двух-трех недочетов. | 8-13 баллов | 3 |

| Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия) | Критерии оценивания | Шкалы оценивания | |
|--|--|----------------------|----------------------|
| | | 100-балльная система | Пятибалльная система |
| | Работа выполнена не полностью. Допущены грубые ошибки. | 3-7 баллов | 2 |
| | Работа не выполнена. | 0 баллов | |
| Контрольная работа 3, 4 | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов и формул для решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках); | 18-25 баллов | 5 |
| | Продемонстрировано использование правильных методов и формул при решении задач при наличии существенных ошибок в 1 из них; | 14-17 баллов | 4 |
| | Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 8-13 баллов | 3 |
| | Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 3-7 баллов | 2 |
| | Работа не выполнена. | 0 баллов | |

5.4. Промежуточная аттестация:

| Форма промежуточной аттестации | Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации: | Формируемая компетенция |
|---|--|--|
| Экзамен 4 семестр в устной форме по билетам | <p style="text-align: center;">Билет N 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Параметры состояния. 2. Основные процессы в идеальном газе (Изобарный и изотермический процессы в P, v и T, s диаграммах). 3. Какова будет плотность газа при температуре $127\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 1 МПа, если при $0\text{ }^\circ\text{C}$ и $101,3\text{ кПа}$ она равна $1,429\text{ кг/м}^3$. <p style="text-align: center;">Билет N 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие о термодинамическом процессе. 2. Основные процессы в идеальном газе (Изохорный и адиабатный процессы в P, v и T, s диаграммах). 3. Какой объем занимает 10 кг водорода при температуре $127\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 1 МПа. <p style="text-align: center;">Билет N 3</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Законы идеального газа. 2. Политропный процесс в идеальном газе. 3. Какова будет плотность газа при температуре $227\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении 2 МПа, если при $0\text{ }^\circ\text{C}$ и 100 кПа она равна $1,429\text{ кг/м}^3$. | <p><i>УК-1:</i> <i>ИД-УК-1.5</i> <i>ПК-1</i> <i>ИД-ПК-1.2</i></p> |
| Экзамен 5 семестр в устной форме по билетам | <p style="text-align: center;">Экзаменационный билет N 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Три элементарных формы теплообмена. 2. Понятия теплоотдачи и теплопередачи. 3. Определить толщину изоляции с коэффициентом теплопроводности $0,111\text{ Вт/(м}\cdot\text{}^\circ\text{C)}$, которую нужно положить на плоскую стенку, изготовленную из стали толщиной 5 мм, с коэффициентом теплопроводности $48,8\text{ Вт/(м}\cdot\text{}^\circ\text{C)}$, чтобы теплотери этой стенки уменьшились в 2 раза по сравнению с неизолированной стенкой. В расчете принять следующие значения коэффициентов теплоотдачи: от горячей жидкости к стенке $166\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{}^\circ\text{C)}$, от стенки к охлаждающей жидкости $20\text{ Вт/(м}^2\cdot\text{}^\circ\text{C)}$ <p style="text-align: center;">Экзаменационный билет N 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Понятие температурного поля. 2. Температурный градиент. | <p><i>УК-1:</i> <i>ИД-УК-1.5</i> <i>ПК-1</i> <i>ИД-ПК-1.2</i></p> |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>3. Определить тепловые потери с 1 м трубопровода диаметрами 145/157 мм, покрытого слоем изоляции толщиной 30 мм, проложенного на открытом воздухе, если внутри трубы протекает вода со средней температурой 85 °С, и температура окружающего воздуха -5 °С. Коэффициент теплопроводности материала трубы 47 Вт/(м·°С). Коэффициент теплопроводности изоляции 0,163 Вт/(м·°С). Коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы 1300 Вт/(м²·°С) и от поверхности теплоизоляции к окружающему воздуху 8 Вт/(м²·°С). Вычислить так же температуры на внешней поверхности трубы и на внешней поверхности изоляции.</p> <p style="text-align: center;">Экзаменационный билет N 3</p> <p>1. Характеристики интенсивности процессов теплообмена. 2. Уравнения теплопроводности. 3. Вычислить потерю теплоты с 1 м неизолированного трубопровода диаметрами 160/170 мм, проложенного на открытом воздухе, если внутри трубы протекает вода со средней температурой 100 °С, и температура окружающего воздуха -12 °С. Коэффициент теплопроводности материала трубы 47,8 Вт/(м·°С). Коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы 1500 Вт/(м²·°С) и от трубы к окружающему воздуху 7 Вт/(м²·°С). Определить так же температуру на внутренней и внешней поверхностях трубы.</p> | |
|--|---|--|

5.5. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

| Форма промежуточной аттестации | Критерии оценивания | Шкалы оценивания | |
|---|---|----------------------|----------------------|
| Наименование оценочного средства | | 100-балльная система | Пятибалльная система |
| <p>экзамен: в устной форме по билетам. Распределение баллов по вопросам билета: 1-й вопрос: 0 – 10баллов 2-й вопрос: 0 – 10 баллов 3-й вопрос (задача): 0 – 10 баллов</p> | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует знания отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; – свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в дискуссию; – способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, направлений по вопросу билета; – логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете; – правильно и без ошибок решает практическое задание <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной,</p> | 24 -30 баллов | 5 |

| Форма промежуточной аттестации | Критерии оценивания | Шкалы оценивания | |
|----------------------------------|--|----------------------|----------------------|
| Наименование оценочного средства | | 100-балльная система | Пятибалльная система |
| | полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. | | |
| | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; – недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета; – недостаточно логично построено изложение вопроса; – решает практическое задание, но допускает неточности в расчетах <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p> | 12 – 23баллов | 4 |
| | <p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; – не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые. <p>Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер.</p> | 6 – 11баллов | 3 |
| | <p>Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы.</p> <p>На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов.</p> | 0 – 5баллов | 2 |

5.6. Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка по дисциплине выставляется обучающемуся с учётом результатов текущей и промежуточной аттестации.

Семестр №4

| Форма контроля | 100-балльная система | Пятибалльная система |
|----------------------------------|----------------------|--|
| Текущий контроль: | | |
| - Контрольная работа №1 | 0 - 10 баллов | 2 – 5 |
| - Контрольная работа №2 | 0 - 10 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №1 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №2 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №3 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №4 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №5 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №6 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №6 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - ИДЗ | 0 – 25 баллов | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация экзамен | 0 - 30 баллов | отлично хорошо |
| Итого за семестр экзамен | 0 - 100 баллов | удовлетворительно неудовлетворительно |

Семестр №5

| Форма контроля | 100-балльная система | Пятибалльная система |
|----------------------------------|----------------------|--|
| Текущий контроль: | | |
| - Контрольная работа №1 | 0 - 25 баллов | 2 – 5 |
| - Контрольная работа №2 | 0 - 25 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №1 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №2 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №3 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| - Защита лабораторной работы №4 | 0 – 5 баллов | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация экзамен | 0 - 30 баллов | отлично хорошо |
| Итого за семестр экзамен | 0 - 100 баллов | удовлетворительно неудовлетворительно |

Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

| 100-балльная система | пятибалльная система |
|----------------------|----------------------|
| | экзамен |
| 85 – 100баллов | отлично |
| 65 – 84баллов | хорошо |
| 41–64 баллов | удовлетворительно |
| 0 – 40баллов | неудовлетворительно |

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:

- проблемная лекция;
- разбор конкретных ситуаций;
- преподавание дисциплины в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, в том числе с учётом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей;
- поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
- просмотр учебных фильмов с их последующим анализом;
- использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
- самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования;
- обучение в сотрудничестве (командная, групповая работа).

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются подходы, способствующие созданию безбарьерной образовательной среды: технологии дифференциации и индивидуального обучения, применение соответствующих методик по работе с инвалидами, использование средств дистанционного общения, проведение дополнительных индивидуальных консультаций по изучаемым теоретическим вопросам и практическим занятиям, оказание помощи при подготовке к промежуточной аттестации.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

Для студентов с инвалидностью или с ограниченными возможностями здоровья форма проведения текущей и промежуточной аттестации устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Промежуточная аттестация по дисциплине может проводиться в несколько этапов в форме рубежного контроля по завершению изучения отдельных тем дисциплины. При

необходимости студенту предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете или экзамене.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся создаются, при необходимости, фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п. | Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п. |
|--|---|
| 119071, г. Москва, Донская улица, дом 39, строение 4 | |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук; – проектор, – экран, – маркерная доска |
| аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: – ноутбук, – проектор, – маркерная доска, – наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, обеспечивающих тематические иллюстрации, соответствующие рабочей программе дисциплины. |
| аудитории для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций | комплект учебной мебели, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории: - экран переносной ClassicSolutionLibra 180x180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33 Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ по термодинамике, теплопередаче, ПАХТ, гидрогазодинамики |
| 119071, г. Москва, Малый Калужский переулок, дом 2, строение 6 | |
| читальный зал библиотеки: | компьютерная техника; подключение к сети «Интернет» |

Технологическое обеспечение реализации программы осуществляется с использованием элементов электронной информационно-образовательной среды университета.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

| № п/п | Автор(ы) | Наименование издания | Вид издания (учебник, УП, МП и др.) | Издательство | Год издания | Адрес сайта ЭБС или электронного ресурса | Количество экземпляров в библиотеке Университета |
|---|---|--|-------------------------------------|---|--------------|---|--|
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е | Техническая термодинамика | Учебник | М.: Энергия | 1968 1974 | - | 39 |
| 2 | Петров А. И. | Техническая термодинамика и теплопередача | Учебник | Санкт-Петербург : Лань | 2023 | https://e.lanbook.com/book/310178 | |
| 3 | Соколовский Р.И., Шарпар Н.М | Техническая термодинамика Конспект лекций | Учебное пособие | М. РИО МГУДТ | 2016 | https://znanium.com/catalog/document?pid=792235 | 5 |
| 4 | М. А. Михеев, Михеева И.М. | Основы теплопередачи | Учебник | М. : Энергия | 1973 1977 | | 130 |
| 5 | В.П. Тарасик | Математическое моделирование технических систем | Учебник | Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М | 2020 | https://znanium.com/catalog/document?id=346522 | |
| | В. Я. Потапов, В. Н. Макаров, Н. В. Макаров | Термодинамика и газодинамика | Учебник | Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия | 2022 | https://znanium.com/catalog/document?id=417127#bib | |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Тюрин М.П., Бородина Е.С. | Рекуперативные теплообменники и их расчёт | Учебное пособие | МГУДТ | 2016 | https://znanium.com/catalog/document?pid=961397 | 5 |
| 2 | А.В. Крайнов, Е.Н. Пашков | Термодинамика и теплопередача. Ч. 1: Термодинамика | Учебное пособие | Томск : Изд-во Томского политехнического университета | 2017 | https://znanium.com/catalog/document?id=344715#bib | |
| 3 | В. В. Нащокин. | Техническая термодинамика и теплопередача | | М. : Высшая школа | 1980 | | 257 |
| 4 | Тюрин М.П., Апарушкина М.А. | Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов | Учебное пособие | М.: Вузовский учебник | 2012 | https://znanium.com/catalog/document?pid=465554 | - |

| | | | | | | | |
|--|--|---|-----------------|------------------------------------|------|---|------------------|
| 5 | Касаткин А.Г. | Основные процессы и аппараты химической технологии | Учебник | М., ООО ТИД "Альянс" | 2005 | | 40 |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) | | | | | | | |
| 1 | Л. Т. Бахшиева, А. А. Захарова. | Техническая термодинамика и теплотехника. Методические указания к лабораторным работам по теме "Теплообменные процессы" | МУ | М. : ИИЦ МГУДТ | 2008 | https://znanium.com/catalog/document?pid=464565 | 5, на кафедре 20 |
| 2 | Тюрин М.П., Апарушкина М.А. | Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов | Учебное пособие | М.: Вузовский учебник | 2012 | https://znanium.com/catalog/document?pid=465554 | 5, на кафедре 20 |
| 3 | Л. Т. Бахшиева, А. А. Захарова. | Техническая термодинамика и теплотехника. Методические указания к лабораторным работам | МУ | М. : ИИЦ МГУДТ | 2008 | https://znanium.com/catalog/document?pid=464585 | 5, на кафедре 20 |
| 4 | Л. Т. Бахшиева, А. А. Захарова, В. И. Александров. | Теплофизика. Методические указания к лабораторным работам | МУ | М. : РИО МГУДТ | 2013 | https://znanium.com/catalog/document?pid=473494 | 5, на кафедре 20 |
| 5 | Л. Т. Бахшиева, А. А. Захарова. | Процессы и аппараты химической технологии. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Теплотехника [Электронный ресурс] : метод. указания к лабораторным работам по теме «Тепловые установки» | МУ | М. : ИИЦ МГУДТ | 2008 | https://znanium.com/catalog/document?pid=464518 | 5, на кафедре 20 |
| 6 | Салтыкова В.С., Цинцадзе М.З., Новикова Т.А. | Расчет кожухотрубных теплообменников | УМП | М.: ФГБОУ ВО РГУ им. А.Н. Косыгина | 2023 | ЭИОС университета | 5, на кафедре 2 |

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

11.1. Ресурсы электронной библиотеки, информационно-справочные системы и профессиональные базы данных:

| № пп | Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы |
|---|---|
| 1. | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/ |
| 2. | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/ |
| 3. | «ЭБС ЮРАЙТ» www.biblio-online.ru |
| 4. | О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/ |
| 5. | ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/ |
| 6. | ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) http://нэб.рф/ Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г. |
| 7. | Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU http://www.elibrary.ru/ Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г. |
| 8. | НЭИКОН http://www.neicon.ru/ Соглашение №ДС-884-2013 от 18.10.2013 г |
| Профессиональные базы данных, информационные справочные системы | |
| 1. | «Polpred.com Обзор СМИ» http://www.polpred.com Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г. |
| 2. | Scopus http://www.Scopus.com/ Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г. |
| 3. | «SpringerNature» http://www.springernature.com/gp/librarians Платформа Springer Link: https://rd.springer.com/ Платформа Nature: https://www.nature.com/ Базаданных Springer Materials: http://materials.springer.com/ Базаданных Springer Protocols: http://www.springerprotocols.com/ База данных zbMath: https://zbmath.org/ База данных Nano: http://nano.nature.com/ Сублицензионный договор № Springer/41 от 25 декабря 2017 г. |
| 4. | http://arxiv.org — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике |
| 5. | http://www.garant.ru/ - Справочно-правовая система (СПС) «Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации |
| 6. | http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/ -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата |

11.2. Перечень программного обеспечения

| №п/п | Программное обеспечение | Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое |
|------|--|---|
| 1. | Windows 10 Pro, MS Office 2019 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 2. | PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 3. | V-Ray для 3Ds Max | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 4. | NeuroSolutions | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 5. | Wolfram Mathematica | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 6. | Microsoft Visual Studio | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 7. | CorelDRAW Graphics Suite 2018 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 8. | Mathcad | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 9. | Matlab+Simulink | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019. |
| 10. | Adobe Creative Cloud 2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic, Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Muse и др.) | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 11. | SolidWorks | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 12. | Rhinoceros | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 13. | Simplify 3D | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 14. | FontLab VI Academic | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 15. | Pinnacle Studio 18 Ultimate | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
| 16. | КОМПАС-3d-V 18 | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
| 17. | Project Expert 7 Standart | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
| 18. | АЛЬТ-Финансы | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
| 19. | АЛЬТ-Инвест | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
| 20. | Программа для подготовки тестов Indigo | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
| 21. | Диалог NIBELUNG | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
| 22. | Windows 10 Pro, MS Office 2019 | контракт 85-ЭА-44-20 от 28.12.2020 |
| 23. | Adobe Creative Cloud for enterprise All Apps ALL Multiple Platforms Multi European Languages Enterprise Licensing Subscription New | контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021 |
| 24. | Mathcad Education - University Edition Subscription | контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021 |
| 25. | CorelDRAW Graphics Suite 2021 Education License (Windows) | контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021 |
| 26. | Mathematica Standard Bundled List Price with Service | контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021 |
| 27. | Network Server Standard Bundled List Price with Service | контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021 |
| 28. | Office Pro Plus 2021 Russian OLV NL Acad AP LTSC | контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021 |
| 29. | Microsoft Windows 11 Pro | контракт № 60-ЭА-44-21 от 10.12.2021 |
| 30. | LibreOffice GNU Lesser General Public License | Свободно распространяемое |
| 31. | ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2) | Свободно распространяемое |
| 32. | Linux Ubuntu GNU GPL | Свободно распространяемое |
| 33. | FDS-SMV free and open-source software | Свободно распространяемое |
| 34. | AnyLogic Personal Learning Edition | Свободно распространяемое |
| 35. | Helyx-OS GNU General Public License | Свободно распространяемое |
| 36. | OpenFoam v.4.0 GNU General Public License | Свободно распространяемое |
| 37. | DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия | Свободно распространяемое |
| 38. | GNU Octave GNU General Public License | Свободно распространяемое |

**ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЫ**

В рабочую программу учебной дисциплины внесены изменения/обновления и утверждены на заседании кафедры:

| № пп | год обновления РПД | характер изменений/обновлений с указанием раздела | номер протокола и дата заседания кафедры |
|-------------|-----------------------------------|--|---|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |