|  |
| --- |
| 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 № 10 от 14.06.2021 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. Седляров |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Техническая термодинамика и теплопередача» изучается в четвертом и пятом семестрах.
			2. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрен(а)

## Форма промежуточной аттестации:

Четвертый семестр — экзамен

Пятый семестр — экзамен

Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Техническая термодинамика и теплопередача» относится к обязательной части программы.
			2. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:
		- Математика,
		- Физика,
		- Теплофизика.
			1. 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.
			1. Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при выполнении выпускной квалификационной работы.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

* + - 1. 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;
			1. 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.

## 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-1.3 Планирование возможных вариантов решения поставленной задачи, оценка их достоинств и недостатков, определение связи между ними и ожидаемых результатов их решения; | * 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;
 |
| ОПК-4 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | ИД-ОПК-4.2 Решение задач моделирования технологических процессов и аппаратов с использованием специализированного программного обеспечения | * Знает современные методы и средства идентификации тепловых процессов и разработки их рабочих моделей.
* Идентифицирует процессы и разрабатывает их физические и математические модели
* Применяет методики разработки физических и математических моделей исследуемых теплотехнологических процессов и аппаратов
 |
| ПК-4 Способен проектировать и конструировать аппараты защиты техносферы | ИД-ПК-4.2 Проектирование и компьютерное моделирование аппаратов защиты техносферы |
| 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 | * 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
 |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| *по очной форме обучения –*  | *8* | **з.е.** | *288* | **час.** |

## 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 | *144* | *36* | *18* | 36 |  |  | *27* | *27* |
| *5 семестр* | Экзамен | *144* | *34* | *17* | 17 |  |  | *31* | *45* |
| Всего: | Экзамен | 288 | 70 | 35 | 53 |  |  | 58 | 72 |

* + - 1.

## 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-1.3**ПК-1**ИД-ПК-1.2* | **Раздел I. Основные понятия термодинамики и законы идеального газа** | х | х | х | х | 9 |  |
| Тема 1.1 Основные понятия термодинамики. | *2* |  |  |  | х | Формы текущего контроля по разделу I:1. контрольные работы.2. защита лабораторных работ |
| Тема 1.2Первый закон Термодинамики. | *2* |  |  |  | х |
| Тема 1.3 Термодинамические процессы идеальных газов | 4 |  |  |  | х |
| *Тема 1.4.* Второй закон термодинамики.  | *2* |  |  |  |  |
| Практическое занятие № 1.1Расчёт параметров идеальных газов и их смесей. Расчёт средней теплоёмкости газов. |  | *2* |  |  | х |
| Практическое занятие № 1.2Расчёты процессов идеальных газов |  | *4* |  |  | х |
| Лабораторная работа № 1.1Определение свойств влажного воздуха аналитически и с помощью диаграммы. |  |  | *4* |  | х |
| Лабораторная работа № 1.2Расчет процессов осушения влажного воздуха |  |  | *4* |  | х |
| *УК-1:* *ИД-УК-1.3**ПК-1**ИД-ПК-1.2* | **Раздел II. Реальные газы** | х | х | х | х | *5* | Формы текущего контроля по разделу II:1. контрольные работы.2. защита лабораторных работ |
| Тема 2.2Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 2.3Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. | 2 |  |  |  |  |
| Тема № 2.4Водяной пар. T-s и h-s диаграммы водяного пара. Влажный воздух. | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.1Расчёты теплоёмкостей индивидуальных газов и их смесейРасчёт процессов в воде и водяном паре с помощью таблиц и диаграмм состояния |  | *2* |  |  |  |
| Практическое занятие № 2.2Определение параметров влажного воздуха расчётным методом и с помощью h-d диаграмм влажного воздуха |  | 2 |  |  |  |
| Лабораторная работа № 2.1Определение средней изобарной теплоемкости влажного воздуха |  |  | *4* |  | х |
| Лабораторная работа № 2.2Определение свойств водяного пара. |  |  | *4* |  | х |
| Лабораторная работа № 2.3Получение водяного пара при кипении |  |  | *4* |  |  |
| *УК-1:* *ИД-УК-1.3**ПК-1**ИД-ПК-1.2* | **Раздел III. Процессы течения газов и жидкостей** | х | х | х | х | *4* | 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 |  |  |  | х |
| Тема 3.2Переход через скорость звука. Сопло Лаваля. (Основные положения) | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 3.1Расчёт процессов истечения газов из суживающихся отверстий и сопла Лаваля |  | 2 |  |  | х |
| *УК-1:* *ИД-УК-1.3**ПК-1**ИД-ПК-1.2* | **Раздел IV. Теплосиловые и холодильные установки.**  |  |  |  |  | 9 |
| Тема 4.1 Термодинамические циклы газовых теплосиловых установок. | 6 |  |  |  | х |
| Тема 4.2Термодинамические циклы паровых теплосиловых установок. | 4 |  |  |  | х |
| Тема 4.3Методы анализа эффективности циклов теплосиловых установок. | 2 |  |  |  | х |
| Тема 4.4Циклы холодильных установок. Тепловые насосы. | 2 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 4.1Расчёт циклов компрессорных установок |  | 2 |  |  | х |
| Практическое занятие № 4.2Расчёты циклов двигателей внутреннего сгорания |  | 2 |  |  | х |
| Практическое занятие № 4.3Расчёты циклов паросиловых и холодильных установок |  | 2 |  |  | х |
| Лабораторная работа № 4.1Работа паросиловой установки и термический КПД. |  |  | 8 |  | х |
| Лабораторная работа № 4.2Изучение паросиловой установки |  |  | 8 |  | х |
|  | *Экзамен* | х | х | х | х | *27* | Экзамен |
|  | **ИТОГО за 4 семестр** | **36** | ***18*** | ***36*** |  | ***54*** |  |
|  | **Пятый семестр** |
| *УК-1:* *ИД-УК-1.3**ПК-1**ИД-ПК-1.2* | **Раздел V. Введение в теплопередачу. Перенос теплоты теплопроводностью** |  |  |  |  | ***11*** | Формы текущего контроля по разделу V:1. Контрольная работа2. защита лабораторных работ |
| Тема 5.1 Основные механизмы переноса теплоты. | 4 |  |  |  |  |
| Тема 5.2 Перенос теплоты теплопроводностью | 8 |  |  |  |  |
| Практическое занятие № 5.1Расчёт температурного поля в плоской пластине и цилиндрической стенке. |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие № 5.2Расчёт теплопередачи через плоскую стенку. Расчёт теплопередачи через цилиндрическую стенку |  | 3 |  |  |  |
| Лабораторная работа № 5.1Определение коэффициента теплопроводности материалов одежды и обуви. |  |  | 4 |  |  |
| *УК-1:* *ИД-УК-1.3**ОПК-4:**ИД-ОПК-4.2**ПК-1**ИД-ПК-1.2**ПК-4**ИД-ПК-4.2* | **Раздел VI. Основные положения конвективного переноса теплоты** |  |  |  |  | 11 | Формы текущего контроля по разделу VI:1. Контрольная работа2. 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 № 6.1Расчёт теплообмена при наличии внутренних источников теплоты |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие № 6.2Определение коэффициентов теплоотдачи при естественной и вынужденной конвекции |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие № 6.3Определение коэффициента теплоотдачи при теплообмене в жидкости и газах |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие № 6.4Определение коэффициента теплоотдачи при кипении и конденсации пара |  | 2 |  |  |  |
| Лабораторная работа № 6.1Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции. Моделирование свободной конвекции |  |  | 4 |  |  |
| Лабораторная работа № 6.2Определение коэффициента теплоотдачи при обтекании трубы. Моделирование теплоотдачи при обтекании трубы. |  |  | 4 |  |  |
| *УК-1:* *ИД-УК-1.3**ОПК-4:**ИД-ОПК-4.2**ПК-1**ИД-ПК-1.2**ПК-4**ИД-ПК-4.2* | **Раздел VII. Тепловое излучение. Нестационарная теплопроводность** |  |  |  |  | 11 | Формы текущего контроля по разделу VII и VIII:1. Контрольная работа2. защита лабораторных работ |
| Тема 7.1 Основные закономерности теплового излучения | 4 |  |  |  |  |
| Тема 7.2 Нестационарная теплопроводность | 2 |  |  |  |  |
| Практическое занятие № 7.1Расчёт лучистого теплообмена между телами |  | 2 |  |  |  |
| **Раздел VIII. Теплообменные аппараты** |  |  |  |  | 12 |
| Тема 8.1Теплообменные аппараты (ТА). | 4 |  |  |  |  |
| Практическое занятие № 8.1Расчёт теплообменника «Труба в трубе» |  | 2 |  |  |  |
| Лабораторная работа № 8.1Определение коэффициента теплопередачи в теплообменнике «труба в трубе». Моделирование теплообменника |  |  | 5 |  |  |
|  | *Экзамен* | х | х | х | х | *45* | Экзамен |
|  | **ИТОГО за 4 семестр** | **34** | ***17*** | ***17*** |  | ***76*** |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **70** | **35** | **53** |  | **130** |  |

## 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 1.2Первый 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 метолы. |
| Тема 4.4  | Циклы холодильных установок. Тепловые насосы. | Цикл воздушно холодильной установки. Циклы парокомпрессионных установок. Тепловые наосы. |
| **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 полуограниченного 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. |

## 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 работамконтрольная работа | ***9*** |
| 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 выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работам | ***5*** |
| Тема 2.2 | Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. |
| 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 | ***4*** |
| 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 работамИДЗ | ***9*** |
| 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 работамконтрольная работа | ***11*** |
| 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.Подготовить конспекты и отчеты по лабораторным работам | устное собеседование по результатам выполненной работы, проверка конспектов и отчетов по лабораторным работамконтрольная работа | ***11*** |
| Тема 6.2  | Теплообмен в жидкостях и газах |  |
| Тема 6.3  | Теплообмен при кипении и конденсации |  |
|  | **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 | ***11*** |
| 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 | ***12*** |

## Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

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

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

## 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-1.3 | ОПК-4ИД-ОПК-4.2 | ПК-1ИД-ПК-1.2ПК-4ИД-ПК-4.2 |
| высокий | *85 – 100* | отлично | Обучающийся:* 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 применением в нетипичных ситуациях;

Владеет методами и средствами обработки и анализа получаемых аналитических и эмпирических данных и их интерпретацией; | Обучающийся:* Знает теоретические основы технической термодинамики и теплопередачи в полном объёме 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 объёме 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.
* 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; методиками разработки физических и математических моделей исследуемых тепло-технологических процессов и аппаратов;
 |
| повышенный | *65 – 84* | хорошо | Обучающийся:* 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.
 | Обучающийся:* 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.
* Владеет методиками разработки физических и математических моделей исследуемых тепло-технологических процессов и аппаратов, но допускает незначительные ошибки
 |
| базовый | *41 – 64* | удовлетворительно | Обучающийся:* 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 пробелы знания, допускаются грубые ошибки.
* С трудом подбирает методы и средства для решения возникающих задач при  научном исследовании проблем;
 | Обучающийся:* 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.
* Умеет решать типовые не сложные задачи технической тер-модинамики 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:* 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.
 |

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

* + - 1. 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.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий**
 |
| --- | --- | --- |
|  | Контрольная работа 1 по Разделу I «Основные понятия термодинамики и законы идеального газа» | **Нечетный вариант**1. Какова будет плотность газа при температуре t, °C, и давлении p, мм. рт. ст., если при 0 °C и 101,3 кПа она равна ρн, кг/м3.
2. Какой объем занимает m, кг, газа, при температуре t2, °C, и давлении p2, МПа.
3. В цилиндре диаметром d, м, содержится v, м3, воздуха при давлении и температуре p3, кПа, и t3, °C.

До какой температуры должен нагреваться воздух при постоянном давлении, чтобы движущийся без трения поршень поднялся на h, м.1. Сжатый воздух в баллоне имеет температуру t4, °C. Во время пожара температура воздуха в баллоне поднялась до T4, °C.

Взорвется ли баллон, если известно, что при данной температуре он может выдержать давление не более P4, МПа? Начальное давление p4, Мпа.1. Объемный состав сухих продуктов сгорания топлива (не содержащих водяных паров) следующий СО2, %, О2,%, N2, %.

Найти кажущуюся молекулярную массу и газовую постоянную, а также плотность и удельный объем продуктов сгорания при P5, кПа и t5, °C*Таблица К.1.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N вар | t4, °C | T4, °C | P4, Мпа | p4, Мпа | СO2, % | O2, % | N2, % | p5, кПа | t5, °C |
| 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» | ***Контрольная работа 2.*****Нечетные варианты**1. В закрытом сосуде емкостью V м3, содержится воздух при давлении p1, МПа, и температуре t1, °C. 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.2. В цилиндре находится углекислый газ при давлении p2, МПа, и температуре t2, °C. От воздуха отнимается теплота при p = const таким образом, что в конце процесса устанавливается температура t21, °C. Объем цилиндра V2, л. Определить количество отнятой теплоты, конечный объем, изменение внутренней энергии и совершенную работу сжатия. 3. При изотермическом сжатии V3, л, воздуха с начальными параметрами p3, МПа, и t3, °C, отводится Q3, кДж, теплоты. Определить конечный объем и конечное давление. 4. Воздушный буфер состоит из цилиндра, плотно закрытого подвижным поршнем. Длина цилиндра ℓ, см, а диаметр d, см. Параметры воздуха, находящегося в цилиндре, p4, Мпа, и t4, °C. Определить работу на адиабатическое сжатие воздуха, если движущийся без трения поршень продвинется на *a*, см. Найти конечное давление и температуру. 5. V5, м3 воздуха при давлении p5, МПа и температуре t5, °C, расширяется по политропе до трехкратного объема и давления p51, МПа. Найти показатель политропы, работу расширения, количество сообщенной извне теплоты и изменение внутренней энергии. *Таблица К.2.*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N вар** | **ℓ, см** | **d, см** | **a, см** | **p4, Мпа** | **t4, C** | **V5, м3** | **p5, Мпа** | **t5, C** | **p51, 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  | Определение средней изобарной теплоемкости влажного воздуха1) Что такое теплоемкость?2) Что такое удельная теплоемкость?3) Какая бывает удельная теплоемкость?Изучение процесса осушения влажного воздуха1) Что такое влажный воздух?2) Газовый состав воздуха 3) Какими параметрами характеризуется состояние влажного воздуха?Испытание работы парокомпрессионной холодильной машины1. 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.

Изучение работы паросиловой установки1. Что такое водяной пар?
2. Какой пар называется влажным насыщенным, сухим насыщенным, перегретым?
3. Показатели свойств водяного пара.

Определение свойств влажного воздуха.1. В чем состоит цель лабораторной работы?2. Для чего используется влажный воздух?3. Из чего состоит влажный воздух?Определение свойств воды и водяного пара с помощью таблиц и диаграммы состояния h-s1. В качестве чего в теплотехнике используются различные жидкости и их пары?
2. Почему вода получила широкое распространение в качестве теплоносителя?
3. Как образуется пар?
 |
|  | Индивидуальное домашнее задание. Раздел «Теплосиловые и холодильные установки» | ВАРИАНТ № 1по курсу ”Термодинамика“ Цикл состоит из следующих процессов:**(1 – 2)**  V = Const**(2 – 3)**  S = Const**(3 – 4)** n = Const**(4 – 5)** T = Const**(5 – 1)** P = Const  Рабочее тело – H2O Показатель политропного процесса n = 1,2  Р1 = 0,4 бар Р2 = 3∙Р1 Р4 = Р2 Т1 = 0 ºС Т3 = 700 ºС Р а с с ч и т а т ь : 1) параметры (P, V, T) в каждой точке цикла и функции состояния (u, h, s);2) теплоту, работу расширения, изменение внутренней энергии,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 Т0 = 273,15 К и Р0 = 0,1 МПа. |
|  | Контрольная работа 3 по разделу «Введение в теплопередачу. Перенос теплоты теплопроводностью» | ***Контрольная работа №3***1. Определить толщину изоляции с коэффициентом теплопроводности λи1, Вт/(м∙°C), которую нужно положить на плоскую стенку, изготовленную из стали толщиной δ11, мм, с коэффициентом теплопроводности λт1, Вт/(м∙°C), чтобы теплопотери этой стенки уменьшились в 2 раза по сравнению с неизолированной стенкой. В расчете принять следующие значения коэффициентов теплоотдачи: от горячей жидкости к стенке α11, Вт/(м2∙°C), от стенки к охлаждающей жидкости α12, Вт/(м2∙°C) (Таблица К3.1)Таблица К3.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **λи1, Вт/(м∙°C)** | **λт1, Вт/(м∙°C)** | **δ11, мм** | **α11, Вт/(м2∙°C)** | **α12, Вт/(м2∙°C)** |
| **1** | 0,116 | 54,5 | 6 | 116 | 23 |
| **2** | 0,111 | 48,8 | 5 | 166 | 20 |
| **3** | 0,119 | 47,8 | 4 | 123 | 27 |

 2. Вычислить потерю теплоты с 1 м неизолированного трубопровода диаметрами d21/d22, проложенного на открытом воздухе, если внутри трубы протекает вода со средней температурой tж21, °C, и температура окружающего воздуха tж22, °C. Коэффициент теплопроводности материала трубы λт2, Вт/(м∙°C). Коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы α21, Вт/(м2∙°C) и от трубы к окружающему воздуху α22, Вт/(м2∙°C).Определить так же температуру на внутренней и внешней поверхностях трубы.Определить тепловые потери, если этот трубопровод покрыт слоем изоляции толщиной δ1, мм. Коэффициент теплопроводности изоляции λи2, Вт/(м∙°C). Коэффициент теплоотдачи от поверхности теплоизоляции к окружающему воздуху α23, Вт/(м2∙°C). Вычислить так же температуры на внешней поверхности трубы и на внешней поверхности изоляции. (Таблица К3.2).Таблица К3.2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ вар-та** | **d21, мм** | **d22, мм** | **tж21, °C** | **tж21, °C** | **λт2, Вт/(м∙°C)** | **α21, Вт/(м2∙°C)** | **α22, Вт/(м2∙°C)** | **δ1, мм** | **λи2, Вт/(м∙°C)** | **α23, Вт/(м2∙°C)** |
| **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 |

3. По трубопроводу диаметрами d31/d32, мм (теплопроводность материала λт3, Вт/(м∙°C)), покрытому изоляцией толщиной δ2, мм (теплопроводность изоляции λи3, Вт/(м∙°C)), 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 α31, Вт/(м2∙°C) и от внешней поверхности изоляции к окружающему воздуху α32, Вт/(м2∙°C). Температура окружающего воздуха tж2, °C . (Таблица К3.3)Таблица К3.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№****вар-та** | **d31, мм** | **d32, мм** | **λт3,****Вт/(м∙°C)** | **δ2, мм** | **λи3, Вт/(м∙°C)** | **P, кПа** | **ℓ, м** | **α31,****Вт/(м2∙°C)** | **α32, Вт/(м2∙°C)** | **tж2, °C** |
| **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» | **Задача 1** Тонкая пластина длиной *l0, м* и шириной *b, м* обтекается продольным потоком воздуха (рис). Скорость и температура набегающего потока равны соответственно *w0, м/с*, *t0, °C.* Температура поверхности пластины *tc, °C.* *A picture containing sitting  Description automatically generated*Определить средний по длине пластины коэффициент теплоотдачи и количество теплоты, отдаваемой пластиной воздуху. (Варианты см. таблицу К4.1)**Задача 2**A close up of a piece of paper  Description automatically generatedТрубчатый подогреватель предполагается выполнить из труб диаметром d, мм, расположенных в порядке (по вариантам) с поперечным и продольным шагами s1 = s2 = 2,5d. Число труб в одном ряду поперек потока выбрано *m*, число рядов *n* (см. рисунок). Температура воздуха, поступающего в подогреватель, tж1,°C, на выходе из подогревателя tж2°C. Температура наружной поверхности труб задана и равна tс, °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)*d***Задача 3**Определить коэффициент теплоотдачи и температурный напор при пузырьковом кипении воды, если тепловая нагрузка поверхности нагрева q, МВт/м2. Вода находится под давлением Р, МПа. (Варианты см. таблицу К4.3)**Задача 4** Нагрев стальной болванки осуществляется в муфельной печи с температурой ее стенок tc,°C. Степень черноты поверхности стальной болванки ε1 (средняя за период нагрева) и степень черноты шамотной стенки муфельной печи ε2. Соотношение поверхностей, участвующих в лучистом теплообмене, равно F1/F2.Вычислить значение плотности лучистого потока, если температура болванки tб, °C. (Варианты см. таблицу К4.4)**Таблица К4.1**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | ***l0, м*** | ***b, м*** | ***v0, м/с*** | ***t0,°C*** | ***tс,°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 |

**Таблица К4.2**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | ***Порядок*** | ***d, мм*** | ***m*** | ***n*** | ***tж1,°C***  | ***tж2,°C*** | ***tc, °C*** | ***w, м/с*** | ***Q,кВт*** |
| **1** | шахматное | 40 | 7 | 6 | 30 | 90 | 160 | 11 | 128 |
| **2** | корридорное | 42 | 6 | 4 | 40 | 80 | 140 | 12 | 120 |
| **3** | шахматное | 44 | 9 | 7 | 30 | 110 | 155 | 13 | 130 |

**Таблица К4.3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | ***q, МВт*** | ***P, Мпа*** |
| **1** | 1,5 | 1 |
| **2** | 1,2 | 1,2 |
| **3** | 1,3 | 1,1 |

**Таблица К4.4**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Вариант*** | ***tc, °C***  | ***tб, °C*** | ***ε1***  | ***ε2***  | ***F1/F2*** |
| **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 | Определение коэффициента теплоотдачи при свободной конвекции воздуха.1) Что такое теплоотдача (конвективный теплообмен)?2) Условия возникновения конвективного теплообмена.3) С помощью чего осуществляется перенос теплоты при теплоотдаче? Определение коэффициента теплоотдачи при внешнем обтекании одиночной трубы 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 теплоообмен? Изучение процесса теплопередачи в теплообменном аппарате1) Что такое теплообменный аппарат?2) Какие бывают теплообменники? (по назначению и по способу передачи теплоты).3) Что может использоваться в качестве теплоносителя в теплообменниках?Определение теплопроводности материалов одежды и обуви методом трубы1) 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? |

## 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 только по основному материалу, но не знает отдельных деталей и особенностей, допускает неточности и испытывает затруднения с формулировкой определений. | 3 балла | 3 |
| 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 описки, 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* |
| 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 |  |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы****для проведения промежуточной аттестации:** |
| Экзамен 4 семестр в устной форме по билетам | **Экзаменационный билет N 1**1. Параметры состояния.2. Основные процессы в идеальном газе (Изобарный и изотермический процессы в P, v и Т, s диаграммах).3. Какова будет плотность газа при температуре 127 °C и давлении 1 МПа, если при 0 °C и 101,3 кПа она равна 1,429 кг/м3.**Экзаменационный билет N 2**1. Понятие о термодинамическом процессе.2. Основные процессы в идеальном газе (Изохорный и адиабатный процессы в P, v и Т, s диаграммах).3. Какой объем занимает 10 кг водорода при температуре 127 °C и давлении 1 МПа.**Экзаменационный билет N 3**1. Законы идеального газа.2. Политропный процесс в идеальном газе.3. Какова будет плотность газа при температуре 227 °C и давлении 2 МПа, если при 0 °C и 100 кПа она равна 1,429 кг/м3. |
| Экзамен 5 семестр в устной форме по билетам | **Экзаменационный билет N 1**1. Три элементарных формы теплообмена.2. Понятия теплоотдачи и теплопередачи.3. Определить толщину изоляции с коэффициентом теплопроводности 0,111 Вт/(м∙°C), которую нужно положить на плоскую стенку, изготовленную из стали толщиной 5, мм, с коэффициентом теплопроводности 48,8 Вт/(м∙°C), чтобы теплопотери этой стенки уменьшились в 2 раза по сравнению с неизолированной стенкой. В расчете принять следующие значения коэффициентов теплоотдачи: от горячей жидкости к стенке 166 Вт/(м2∙°C), от стенки к охлаждающей жидкости 20 Вт/(м2∙°C)**Экзаменационный билет N 2**1. Понятие температурного поля.2. Температурный градиент.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 °C, и температура окружающего воздуха -5 °C. Коэффициент теплопроводности материала трубы 47 Вт/(м∙°C). Коэффициент теплопроводности изоляции 0,163 Вт/(м∙°C). Коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы 1300 Вт/(м2∙°C) и от поверхности теплоизоляции к окружающему воздуху 8 Вт/(м2∙°C). Вычислить так же температуры на внешней поверхности трубы и на внешней поверхности изоляции.**Экзаменационный билет N 3**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 °C, и температура окружающего воздуха -12 °C. Коэффициент теплопроводности материала трубы 47,8 Вт/(м∙°C). Коэффициент теплоотдачи от воды к стенке трубы 1500 Вт/(м2∙°C) и от трубы к окружающему воздуху 7 Вт/(м2∙°C). Определить так же температуру на внутренней и внешней поверхностях трубы. |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| экзамен:в устной форме по билетам.Распределение баллов по вопросам билета:1-й вопрос: 0 – 10баллов2-й вопрос: 0 – 10 баллов3-й вопрос (задача): 0 – 10 баллов | Обучающийся:* 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

Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. | 24 -30 баллов | 5 |
| Обучающийся:* 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

В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. | 12 – 23баллов | 4 |
| Обучающийся:* 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.

Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. | 6 – 11баллов | 3 |
| Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки при ответе на вопросы.На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. | 0 – 5баллов | 2 |

## 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 | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительно |
| **Итого за семестр** экзамен  | 0 - 100 баллов |

**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 | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительно |
| **Итого за семестр** экзамен  | 0 - 100 баллов |

* + - 1. 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 |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. 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).

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. 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.
			2. Проводятся отдельные занятия лекционного типа, которые предусматривают передачу учебной информации обучающимся, которая необходима для последующего выполнения практической работы.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. 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.
			2. При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.
			3. Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов:
			4. Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.
			5. 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.).
			6. 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.
			7. 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.

# МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

* + - 1. Характеристика материально-технического обеспечения дисциплины составляется в соответствии с требованиями ФГОС ВО.
			2. 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 180х180, - проектор BenQMX511 9H.J3R77.33Оборудования (стенды) для проведения лабораторных работ по БЖД и Экологии |
| ***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.

# 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 | 19681974 | - | 39 |
| 2 | В.А. Барилович, Ю.А. Смирнов | Основы технической термодинамики и теории тепло- и массообменаISBN 978-5-16-005771-2 | Учебное пособие | М.: НИЦ ИНФРА-М  | 2014 | https://znanium.com/catalog/document?pid=356818 |  |
| 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 | 19731977 |  | 130 |
| 5 | В.П. Тарасик | Математическое моделирование технических систем | Учебник | Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М | 2020 | https://znanium.com/catalog/document?id=346522 |  |
| 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 | В. В. Нащокин. | Техническая термодинамика и теплопередача |  | М. : Высшая школа | 1980 |  | 257 |
| 3 | Тюрин М.П., Апарушкина М.А. | Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов | Учебное пособие | М.: Вузовский учебник | 2012 | https://znanium.com/catalog/document?pid=465554 | - |
| 4 | 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 |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | «Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М»<http://znanium.com/> |
|  | Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» <http://znanium.com/> |
|  | «ЭБС ЮРАЙТ»[www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) |
|  | О предоставлении доступа к информационно-аналитической системе SCIENCE INDEX (включенного в научный информационный ресурс elibrary.ru) https://www.elibrary.ru/ |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | ООО «Национальная электронная библиотека» (НЭБ) [http://нэб.рф/](http://xn--90ax2c.xn--p1ai/)Договор № 101/НЭБ/0486 – пот 21.09.2018 г. |
|  | Научная электронная библиотека еLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru/>Лицензионное соглашение № 8076 от 20.02.2013 г. |
|  | НЭИКОН <http://www.neicon.ru/> Соглашение №ДС-884-2013 от18.10.2013г |
|  | **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы** |
|  | «Polpred.com Обзор СМИ» <http://www.polpred.com>Соглашение № 2014 от 29.10.2016 г. |
|  | Web of Science <http://webofknowledge.com/>Сублицензионный договор № wos/917 на безвозмездное оказание услуг от 02.04.2018 г. |
|  | Scopus <http://www>. Scopus.com/Сублицензионный Договор № Scopus /917 от 09.01.2018 г. |
|  | «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. |
|  | [http://arxiv.org](http://arxiv.org/) — база данных полнотекстовых электронных публикаций научных статей по физике, математике, информатике |
|  | [http://www.garant.ru/](http://www.garant.ru/%20) - Справочно-правовая система (СПС)«Гарант», комплексная правовая поддержка пользователей по законодательству Российской Федерации |
|  | <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/databases/> -базы данных на Едином Интернет-портале Росстата |

## Перечень программного обеспечения

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№п/п** | **Программное обеспечение** | **Реквизиты подтверждающего документа/Свободно распространяемое** |
|  | Windows 10 Pro, MS Office 2019 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | PrototypingSketchUp: 3D modeling for everyone | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | V-Ray для 3Ds Max | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | NeuroSolutions | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | WolframMathematica | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Microsoft VisualStudio | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | CorelDRAWGraphicsSuite 2018 | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Mathcad | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Matlab+Simulink | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019. |
|  | Adobe Creative Cloud2018 all Apps (Photoshop, Lightroom, Illustrator, InDesign, XD, Premiere Pro, Acrobat Pro, Lightroom Classic,Bridge, Spark, Media Encoder, InCopy, Story Plus, Museидр.)  | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | SolidWorks | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Rhinoceros | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Simplify 3D | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | FontLаb VI Academic | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | PinnacleStudio 18 Ultimate | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | КОМПАС-3d-V 18 | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | ProjectExpert 7 Standart | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Альт-Финансы | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Альт-Инвест  | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Программа для подготовки тестов Indigo | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | AutodeskAutoCAD 2021 для учебных заведений, подписка к бессрочной лицензии | Договор #110003456652 от 18 февр. 2021 г.Распространяется свободно для аккредитованных учебных заведений |
|  | LibreOffice GNU Lesser General Public License | Свободно распространяемое |
|  | ScilabCeCILL (свободная, совместимая с GNU GPL v2) | Свободно распространяемое |
|  | Linux Ubuntu GNU GPL | Свободно распространяемое |
|  | FDS-SMV free and open-source software | Свободно распространяемое |
|  | AnyLogic Personal Learning Edition | Свободно распространяемое |
|  | Helyx-OS GNU General Public License  | Свободно распространяемое |
|  | OpenFoam v.4.0 GNU General Public License | Свободно распространяемое |
|  | DraftSight 2018 SP3 Автономная бесплатная лицензия | Свободно распространяемое |
|  | GNU Octave GNU General Public License | Свободно распространяемое |

### ЛИСТ УЧЕТА ОБНОВЛЕНИЙ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫУЧЕБНОЙ 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** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |