|  |  |
| --- | --- |
| 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, промышленной экологии и безопасности |
| Кафедра | Энергоресурсоэффективных технологий, промышленной экологии и безопасности |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  **УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** | | |
| **«Экспериментальные методы исследований в теплофизике»** | | |
| Уровень образования | бакалавриат | |
| Направление подготовки/Специальность | 13.03.01 | Теплоэнергетика и теплотехника |
| Направленность (профиль)/Специализация | Промышленная теплоэнергетика | |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года11м | |
| Форма обучения | заочная | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Экспериментальные методы исследований в теплофизике» основной профессиональной образовательной программы высшего образования*,* рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 14.06.2021 г. | | | |
| Разработчик рабочей программы учебной дисциплины: | | | |
|  | доцент | Н.М. Шарпар | |
|  |  |  | |
| Заведующий кафедрой: | | О.И. Седляров |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Экспериментальные методы исследований в теплофизике» изучается на 4 курсе.
      2. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены.

## Форма промежуточной аттестации:

|  |  |
| --- | --- |
| восьмой семестр | - зачет |

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Экспериментальные методы исследований в теплофизике» является факультативной дисциплиной.
      2. Изучение дисциплины опирается на результаты освоения образовательной программы предыдущего уровня.
      3. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:
    - Техническая термодинамика;
    - Математические методы в теплофизике и теплоэнергетике;
    - Основы инженерного проектирования теплоэнергетических систем (AutoCAD);
    - Теплофизика;
    - Химия неорганическая;
    - Химия органическая;
    - Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике;
    - Математика;
    - Метрология, стандартизация и сертификация;
    - Физика.
      1. Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:
    - Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике;
    - Энергетический аудит промышленных предприятий;
    - Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха на промышленных предприятиях;
    - Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии;
    - Тепломассообменное оборудование предприятий;
    - Источники и системы теплоснабжения предприятий;
    - Комбинированные энергетические установки;
    - Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий;
    - Энергоэффективность систем централизованного теплоснабжения;
    - Основы трансформации теплоты;
    - Теплонасосные системы теплоснабжения;
    - Энергетические балансы промышленных предприятий;
    - Теплоэнергетические системы промышленных предприятий;
    - Надежность систем теплоснабжения;
    - Основы надежности трубопроводных систем.
      1. Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и выполнении выпускной квалификационной работы.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТЕПЛОФИЗИКЕ»

* + - 1. Целями освоения дисциплины «Экспериментальные методы исследований в теплофизике» является:
    - формирование знаний основных физических моделей переноса теплоты и массы в неподвижных и движущихся средах;
    - формирование у студентов базовых знаний в области теории тепловых и массообменных процессов, развитие навыков самостоятельного ориентирования в широком круге теоретических и прикладных вопросов по теории тепломассообмена при эксплуатации и использования теплотехнического оборудования;
    - умение и навыки использовать методы расчета потоков теплоты и массы, полей температуры и концентрации компонентов смесей, базирующиеся на этих моделях, методы экспериментального изучения процессов тепломассообмена и определения переносных свойств;
    - освоение методов экспериментального исследования теплофизических свойств веществ и методов анализа процессов накопления и переноса теплоты веществами при различных температурах;
    - умение сопоставлять, сравнивать, классифицировать, группировать, систематизировать информацию в соответствии с определенной учебной задачей;
    - обобщать полученную информацию, оценивать прослушанное и прочитанное; фиксировать основное содержание сообщений;
    - формулировать, устно и письменно, основную идею сообщения; составлять план, формулировать тезисы;
    - готовить и презентовать развернутые сообщения типа доклада; работать в разных режимах (индивидуально, в паре, в группе), взаимодействуя друг с другом;
    - пользоваться реферативными и справочными материалами; контролировать свои действия и действия своих товарищей, объективно оценивать свои действия;
    - развитие способности обучаемых к физическому и математическому моделированию процессов переноса теплоты (массы), протекающих в реальных физических объектах, в частности, в установках энергетики и промышленности;
    - квалифицированное проведение элементарных расчетов задач теплопроводности, конвективного теплообмена, теплообмена при фазовых и химических превращениях и теплообмена излучением, массообмена, теплогидравлики.
      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 «Экспериментальные методы исследований в теплофизике»:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора**  **достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения**  **по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ОПК-3  Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах | ИД-ОПК-3.1  Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа | * Демонстрирует понимание основных законов механики жидкости и газа и применяет их для расчета элементов теплотехнических установок и систем; * Демонстрирует понимание основных законов тепломассообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем; * Демонстрирует понимание основных законов переноса теплоты; конвективного теплообмена; теплового излучения; дифференциальных уравнений переноса теплоты; уравнения сохранения энергии; дифференциального уравнения теплопроводности; основных законов переноса вещества; молекулярной диффузии; диффузии в движущейся среде; дифференциальных уравнений диффузии; уравнение движения вязкой жидкости (Навье-Стокса); режимов движения жидкости; уравнений неразрывности; характеристик турбулентного движения (характер, структура); правил осреднения турбулентных величин и уравнения сохранения движения; уравнения неразрывности, движения и сохранения скалярной субстанции для турбулентного движения, коэффициенты переноса; основных положений теории подобия; критериев подобия (гидравлической гомохронности и режима движения, число Рейнольдса); чисел Эйлера и Фруда; числа Галилея и Архимеда; * Демонстрирует основные законы термодинамики, термодинамические соотношения, термодинамические процессы, циклы и их показатели |
| ИД-ОПК-3.2  Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установков и систем |
| ИД-ОПК-3.3  Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем |
| ИД-ОПК-3.4  Демонстрирует понимание основных законов термодинамики и термодинамических соотношений |
| ИД-ОПК-3.5  Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей |
| ИД-ОПК-3.6  Демонстрирует понимание основных законов и способов переноса теплоты и массы |
| ИД-ОПК-3.7  Применяет знания основ тепломассообмена в теплотехнических установках |
| ОПК-5  Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники | ИД-ОПК-5.1  Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность | * Демонстрирует навыки использования измерительного оборудования для повышения качества работ и эффективности производства тепловой и электрической энергии; * Демонстрирует навыки и знания в области метрологии стандартизации и подтверждения соответствия; * Демонстрирует основы выбора средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывать результаты измерений и оценивает их погрешность к объектам профессиональной деятельности; * Способен выбирать средства измерения, проводить измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность к объектам профессиональной деятельности в рамках прохождения профилирующей практики; * Демонстрирует навыки выбора средств измерения, умение проводить измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность к объектам профессиональной деятельности в рамках прохождения профилирующей практики. |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по заочной форме обучения – | 2 | **з.е.** | 72 | **час.** |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по видам занятий

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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 курс |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| зимняя сессия |  | 36 | 4 | 4 |  |  |  | 28 |  |
| летняя сессия | зачет | 36 |  |  |  |  |  | 32 | 4 |
| Всего: |  | 72 | 4 | 4 |  |  |  | 60 | 4 |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (заочная 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/ индивидуальные занятия, час*** | **Практическая подготовка, час** |
|  | **Зимняя сессия (курс 4)** | | | | | | |
| ОПК-3:  ИД-ОПК-3.1  ИД-ОПК-3.2  ИД-ОПК-3.3  ИД-ОПК-3.4  ИД-ОПК-3.5  ИД-ОПК-3.6  ИД-ОПК-3.7  ОПК-5:  ИД-ОПК-5.1 | **Раздел I. Введение в теплофизику** | х | х | х | х | 9 | Формы текущего контроля  по разделу I:  1. устный опрос  2. тестирование  3. контрольные работы,  4. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы. |
| Тема 1.1  История развития. | 0.25 |  |  |  | х |
| Тема 1.2  Основные принципы и понятия измерения. | 0.25 |  |  |  | х |
| Тема 1.3  Роль эксперимента в науке и производстве. | 0.5 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 1.1  Планирование и организации эксперимента: становление, развитие, современные аспекты. Объекты исследования, факторы эксперимента. |  | 0.25 |  |  | х |
| Практическое занятие № 1.2  Метрологические основы измерений. Методы и средства измерения температуры. Методы измерений. Средства измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения. Техническая сторона измерения. |  | 0.5 |  |  | х |
| Практическое занятие № 1.3  Соответствие между моделью и действительностью. Условия реализации свойств моделей. |  | 0.25 |  |  | х |
| ОПК-3:  ИД-ОПК-3.1  ИД-ОПК-3.2  ИД-ОПК-3.3  ИД-ОПК-3.4  ИД-ОПК-3.5  ИД-ОПК-3.6  ИД-ОПК-3.7  ОПК-5:  ИД-ОПК-5.1 | **Раздел II. Методы и приборы физических измерений** | х | х | х | х | 9 | Формы текущего контроля  по разделу II:  1. устный опрос  2. тестирование  3. контрольные работы,  4. коллоквиум,  5. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы;  6. реферат/доклад с презентацией |
| Тема 2.1  Термины. Понятия. Измеряемые величины. Погрешности | 0.5 |  |  |  | х |
| Тема 2.2  Способы создания и изменения давлений и температуры в теплофизическом эксперименте | 0.5 |  |  |  | х |
| Тема 2.3  Методы измерения расхода однофазных и многофазных сред. Экспериментальные установки и оборудование. | 0.5 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.1  Погрешности приборов измерения. Систематические и случайные погрешности. Оценка погрешностей измерений при выполнении практических и исследовательских работ. |  | 0.5 |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.2  Измерение деталей и оборудования с помощью штангенприборов. |  | 0.5 |  |  | х |
| Практическое занятие № 2.3  Методы и техника измерения температуры в теплофизическом эксперименте |  | 0.5 |  |  | х |
| ОПК-3:  ИД-ОПК-3.1  ИД-ОПК-3.2  ИД-ОПК-3.3  ИД-ОПК-3.4  ИД-ОПК-3.5  ИД-ОПК-3.6  ИД-ОПК-3.7  ОПК-5:  ИД-ОПК-5.1 | **Раздел III. Методы и приборы теплофизического кластера** | х | х | х | х | 10 | Формы текущего контроля  по разделу III:  1. устный опрос  2. тестирование  3. контрольные работы,  4. коллоквиум,  5. письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы. |
| Тема 3.1  Методы измерения теплоемкости, тепло- и температуропроводности. | 0.5 |  |  |  | х |
| Тема 3.2  Методы измерения теплоотдачи и массообмена. | 0.5 |  |  |  | х |
| Тема 3.3  Методы измерения дилатометрия и калориметрия. | 0.5 |  |  |  | х |
| Практическое занятие № 3.1  Способы определения коэффициента теплопроводности газов, жидкостей и твердых тел, основных понятий: температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, плотность теплового потока. |  | 0.5 |  |  | х |
| Практическое занятие № 3.2  Способы определения теплопроводности газов, жидкостей и твердых тел. |  | 0.5 |  |  | х |
| Практическое занятие № 3.3  Определение температурных режимов при нагреве пластины с помощью термопар. |  | 0.5 |  |  | х |
|  | **ИТОГО зимняя сессия (курс 4)** | **4** | **4** |  |  | **28** |  |
|  | **Летняя сессия (курс 4)** | | | | | | |
|  | Зачет | х | х | х | х | 4 | в письменной форме по вопросам |
|  | **ИТОГО летняя сессия (курс 4)** |  |  |  |  | **36** |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **4** | **4** |  |  | **64** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Раздел I. Введение в теплофизику** | |
| Тема 1.1 | История развития. | История развития термометрии. История развития термометрии в России. Государственный первичный эталон единицы температуры для диапазона выше 273,15 К (ГЭТ 34-92). Диапазон температур от 0 до 961,78 С. Диапазон температур выше 961,78 С. История развития измерений теплопроводности, теплоемкости, температуропроводности, тепло – и массоотдачи и передачи. |
| Тема 1.2 | Основные принципы и понятия измерения. | Значение измерений и средств измерений для систем контроля и автоматического управления тепловыми процессами промышленных предприятий. Вклад отечественных ученых в развитие фундаментальных основ теории измерений. Развитие теории и практики измерений в связи с широким внедрением систем централизованного контроля и автоматизированного управления. Методы измерений. Средства измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения. Метрологические характеристики средств измерения. Техническая сторона измерения. Гносеологический аспект. Метрологическая суть измерения. Производная ЕФВ. Основная ЕФВ. Система ЕФВ. Измерение. Мера. Прямые измерения. Косвенные измерения. Совокупные измерения. Совместными измерениями. Средство измерения, статические, динамические, абсолютные, относительные измерения. Принцип измерений. Метод измерений. Погрешность измерений. Правильность измерений. Достоверность измерений. Государственная система обеспечения единства измерений: виды и методы измерений, представление результатов измерений. Выбор методов и средств измерений для обеспечения требуемой точности измерений. |
| Тема 1.3 | Роль эксперимента в науке и производстве. | Практическая направленность эксперимента. Современные средства естественно научных исследований. Важнейшие достижения современного естествознания. Экспериментальные измерения. |
| **Раздел II** | **Раздел II. Методы и приборы физических измерений** | |
| Тема 2.1 | Термины. Понятия. Измеряемые величины. Погрешности | Погрешности при технических и лабораторных измерениях. |
| Тема 2.2 | Способы создания и изменения давлений и температуры в теплофизическом эксперименте | Абсолютные и относительные методы. Типы манометрических преобразователей, их характеристики, градуировка. Способы создания высоких и сверхвысоких давлений. Элементы систем высокого давления (пьезометры, [мультипликаторы](https://pandia.ru/text/category/mulmztiplikator__lat_/), термокомпрессоры и др.). Разделительные устройства (затворы, мембраны, сильфоны). Датчики равновесия. Методы измерения давлений. Грузопоршневой манометр. Погрешности измерения давления.  Температура тела. Общие сведения об измерении температуры и температурных шкалах. Величина средней кинетической энергии молекул вещества. Абсолютная температура. Постоянная Больцмана. Теплоемкость. Температурная шкала Цельсия. Термодинамическая шкала Кельвина. Средства измерения температуры.  Шкалы температур: Фаренгейта, Реомюра, Цельсия и Ломоносова. Шкала Кельвина. Второй закон термодинамики. Газовый закон Гей-Люссака. Закона Бойля—Мариотта. Термометры, основанные на расширении и изменении давления рабочего вещества, принцип действия, область применения, пределы измерения, погрешности измерения и способы их уменьшения. Основные реперные точки МПТШ-68. Классификация средств измерений температуры. Температурные шкалы (МТШ-90). Принцип построения температурных шкал. Соотношение между единицами измерения температуры. Масштаб шкалы. Линейная зависимость между объемным расширением жидкости. Уравнение шкалы температур Цельсия. Определение температуры Кельвиным, на основании второго закона термодинамики  Характеристики термометрических жидкостей. Стеклянные жидкостные термометры. Конструкция и виды стеклянных жидкостных термометров. Пирометры. Газовые термометры постоянного объема. Основные характеристики лабораторных термометров. Допускаемая погрешность показаний технических термометров. Электроконтактные термометры. Постоянство показаний термометров. Принцип действия жидкостных стеклянных термометров (ЖСТ). Определение коэффициентов объемного расширения жидкости αж и термометрического стекла αс. Определение среднего коэффициента объемного расширения жидкости. Приращение в капилляре термометра столбика жидкости Δh. Ртутные термометры с пределом измерения выше 200 и 500°С. Термометры повышенной точности.  Газовые манометрические термометры. Принцип действия манометрических термометров. Требования предъявляемые к манометрическим пружинам. Формула для вычисления величины рабочего давления газового манометрического термометра. Дополнительная погрешность и возможности ее уменьшения Погрешность от температуры окружающей среды. Жидкостные манометрические термометры. Формулы применяемые при изменении температуры в диапазоне манометрического термометра. Вытесненный объем вследствие охлаждения рассчитывается по формуле:. Объем термобаллона рассчитывается по формуле:. Погрешность от изменения барометрического давления в жидкостных манометрических системах. Инварный компенсатор и его действие. Конденсационные манометрические термометры. Гидростатическая погрешность манометрических жидкостных термометров. Давление в термосистеме конденсационного термометра. Принцип работы конденсационных термометров. Инерционность конденсационных термометров. Передаточная функция манометрических термометров (формула). Динамические характеристики манометрических термометров.  Термоэлектрический преобразователь. Методы измерения термо ЭДС. Термоэлектрические методы и средства измерения температуры. Эффект Зеебека. Термоэлектрические преобразователи (ТП) и измерительные приборы к ним. Горячий, рабочий и холодный концы термопары. Термопары и способы их градуровки. Термоэлектроды. Результирующая термоЭДС цепи. ТермоЭДС, обусловленные контактной разностью потенциалов. Нормирующие преобразователи термоэлектрических преобразователей. Основы теории ТП. Промышленные стандартные ТП: диапазон измерения, область применения, конструкции, источники погрешностей и методы их устранения.  Включение третьего проводника в цепь термопары. Схема включения третьего проводника в термоэлектрическую цепь, термоЭДС этой цепи. Вычисление термоЭДС, развиваемых в различных случаях подключения третьего проводника. Поправка на температуру свободных концов термоэлектрического преобразователя.  Термоэлектрические термометры ТПП. Хромелькопелевые термоэлектрические термометры типа ТХК. Хромель-алюмелевые ТХА и др. Термоэлектрические термометры с электродами из сплавов сильх и силин. Медь-константановые термоэлектрические термометры. Термоэлектрические термометры с электродами на основе вольфрама, рения, молибдена и их сплавов. |
| Тема 2.3 | Методы измерения расхода однофазных и многофазных сред. Экспериментальные установки и оборудование. | Значение приборов для измерения расхода и количества жидкости, газа и пара. Современные требования к приборам для измерения расхода и количества. Расходомеры переменного перепада давления. Стандартные диафрагмы и сопла. Турбинные и шариковые расходомеры и счетчики. Камерные расходомеры и счетчики. Вихревые расходомеры. Электромагнитные расходомеры. Акустические расходомеры. Кориолесовые расходомеры. Тепловые расходомеры. Оптические расходомеры. Меточные расходомеры. Измерение расхода двухфазных веществ. Измерение расхода трехфазных и трехкомпонентных веществ.  Замкнутые и разомкнутые контуры для исследования теплообмена при течении в трубах однофазной жидкости, способы создания циркуляции рабочей жидкости в контуре. Специальные циркуляционные насосы. Специфические особенности установок для исследования процессов кипения и конденсации обычных и жидкометаллических теплоносителей. Диаграмма развертывания. Средства рационализации CASE-технология. Реализация языка UML в CASE - инструментарии Rational Rose. Другие средства реализации UML. |
| **Раздел III** | **Раздел III. Методы и приборы теплофизического кластера** | |
| Тема 3.1 | Методы измерения теплоемкости, тепло- и температуропроводности. | Потенциометры переносные, лабораторные, автоматические. Теоретические основы, принципиальная схема потенциометров, область применения, погрешности измерения. Потенциометр с постоянной силой рабочего тока. Схема потенциометра с переменной силой рабочего тока. Термопреобразователи сопротивления (ТС) и измерительные приборы к ним. Стандартные металлические и полупроводниковые ТС. Вторичные приборы термометров сопротивления. Методы измерения сопротивления ТС: компенсационные, уравновешенным и неуравновешенным мостами, логометром. Удлиняющие термоэлектродные провода. Нормирующие преобразователи для работы в комплекте с термоэлектрическими термометрами и термометрами сопротивления. Методика измерения температуры контактными методами, погрешности измерении, способы их учета и уменьшения. Основы теории бесконтактного измерения температуры. Измерение температуры тел по их тепловому излучению. Оптические методы и средства измерения температуры. Теоретические основы. Пирометры излучения: оптические, фотоэлектрические, спектрального отношения, радиационные.  Методы измерения плотности (удельного объема) твердых, жидких, газообразных веществ. Гидростатическое взвешивание. Метод пикнометра, пьезометра переменного и постоянного объемов. Методы исследования зависимости плотности твердых тел от температуры. Измерение тепло - и температуропроводности веществ. Стационарные методы измерения теплопроводности твердых, жидких и газообразных сред. Теоретические основы методов. Влияние конфигурации. Система поправок при расчетах коэффициента теплопроводности. Примеры экспериментальных установок. Нестационарные методы измерения теплопроводности. Определение температуропроводности веществ. Методы регулярного режима первого, второго и третьего рода. Методы, позволяющие измерить комплекс теплофизических свойств. Примеры автоматизации теплофизического эксперимента. Измерение вязкости жидкостей и газов. Стационарные методы (истечение через капилляр и пористые среды, вращающиеся цилиндры). Нестационарные методы (крутильные маятники, реактивный метод и др.). Особенности конструкций измерительных ячеек. Современные методы применительно к агрессивным средам. Методы исследования фазового равновесия. Измерение давления насыщенного пара (метод статический, вскипания, точек кипения), давления сублимации (методы Ленгмюра и Кнудсена). Измерение температуры плавления твердых тел. Методы исследования калорических свойств веществ. Теория калорического эксперимента. Типы калориметров. Тепловое значение калориметра. Измерение теплоемкости и энтальпии, теплоты, фазовых переходов. Стационарные и нестационарные методы. Методы измерения поверхностного натяжения и краевых углов смачивания жидкостей (метод капиллярного поднятия, максимального давления в пузырьке, отрыва капель, пластины, кольца). Особенности применения методов. |
| Тема 3.2 | Методы измерения теплоотдачи и массообмена. | Стационарные методы определения местных и средних коэффициентов теплоотдачи в конвективном теплообмене, при кипении и конденсации. Способы создания стационарных тепловых потоков на поверхности теплообмена, применение вспомогательной жидкости, электрический и электронный обогрев. Реализация заданного типа граничных условий на поверхности теплообмена при различных способах создания тепловых потоков. Способы определения величины плотности теплового потока на поверхности теплообмена, по изменению энтальпии вспомогательной жидкости, мощности, выделяемой в электрических нагревателях, по градиенту температуры в стенке. Тепломеры. Методы измерения паросодержания в канале. Исследование термической неравновесности. Нестационарные методы определения коэффициентов теплоотдачи. Методы регулярного режима. Метод ’’двух точек’’. Измерение тепловых потоков в экспериментах на ударных трубах. Особенности измерения нестационарной температуры теплоотдающей поверхности. Анализ ошибок определения значений местных и средних коэффициентов теплоотдачи. Физические основы и история развития измерений теплоемкости. Государственный первичный эталон единицы удельной теплоемкости твердых тел (ГЭТ 60-74). Физические основы измерений теплопроводности. Государственный первичный эталон единицы теплопроводности (ГЭТ 59-82). Низкотемпературная установка А-2м. Высокотемпературная эталонная установка А-3м. Среднетемпературная эталонная установка А-1. Управляющий измерительно-вычислительный комплекс. |
| Тема 3.3 | Методы измерения дилатометрия и калориметрия. | История развития дилатометрии. Физические основы измерений ТКЛР. Государственный первичный эталон единицы ТКЛР (ГЭТ 24-82). Обработка результатов измерения температурных коэффициентов линейного расширения. История развития калориметрии. Измерения теплоты сгорания. Государственный первичный эталон единицы сгорания (ГЭТ 16-96). |

## 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, зачетам, экзаменам;

изучение учебных пособий;

изучение разделов/тем, не выносимых на лекции и практические занятия самостоятельно;

написание тематических докладов, рефератов на проблемные темы;

конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей;

участие студентов в составлении тестов;

проведение исследовательских работ;

изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

подготовка к коллоквиуму, контрольной работе;

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 индивидуальных и групповых консультаций по отдельным темам/разделам дисциплины;

проведение консультаций перед зачетом.

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** | **Введение в теплофизику** | | | | |
| Тема 1.1 | История развития. | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить подготовку отчета по лабораторным работам; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовить письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы; подготовиться к защите лабораторных работ; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу. | устный опрос,  тестирование,  контрольные работы,  индивидуальные домашние задания,  письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,  коллоквиум. | **9** | |
| Тема 1.2 | Основные принципы и понятия измерения. |  | |  |
| Тема 1.3 | Роль эксперимента в науке и производстве. |
| **Раздел II** | **Методы и приборы физических измерений** | | | | |
| Тема 2.1 | Термины. Понятия. Измеряемые величины. Погрешности | Подготовить реферат/доклад с презентацией; подготовка к лекциям лабораторным и практическим занятиям; конспект первоисточника; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить подготовку отчета по лабораторным работам; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовить письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы; подготовиться к защите лабораторных работ; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу. | устный опрос,  тестирование,  контрольные работы,  индивидуальные домашние задания,  письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,  коллоквиум, реферат с презентацией. | **9** | |
| Тема 2.2 | Способы создания и изменения давлений и температуры в теплофизическом эксперименте |
| Тема 2.3 | Методы измерения расхода однофазных и многофазных сред. Экспериментальные установки и оборудование. |
| **Раздел III** | **Методы и приборы теплофизического кластера** | | | | |
| Тема 3.1 | Методы измерения теплоемкости, тепло- и температуропроводности. | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным и практическим занятиям; выполнить индивидуальное домашнее задание; выполнить тестирование; выполнить подготовку отчета по лабораторным работам; выполнить индивидуальные задания; выполнить конспектирование монографий, или их отдельных глав, статей; подготовить письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы; подготовиться к защите лабораторных работ; подготовить конспект по лабораторным работам; подготовиться к устному опросу. | устный опрос,  тестирование,  контрольные работы,  индивидуальные домашние задания,  письменный отчет с результатами эксперимента и ответами на контрольные вопросы,  коллоквиум. | **10** | |
| Тема 3.2 | Методы измерения теплоотдачи и массообмена. |
| Тема 3.3 | Методы измерения дилатометрия и калориметрия. |

# РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО *ДИСЦИПЛИНЕ/МОДУЛЮ*, 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)** |
|  | ОПК-3:  ИД-ОПК-3.1  ИД-ОПК-3.2  ИД-ОПК-3.3  ИД-ОПК-3.4  ИД-ОПК-3.5  ИД-ОПК-3.6  ИД-ОПК-3.7  ОПК-5:  ИД-ОПК-5.1 |  |
| высокий | 85 – 100 | отлично/  зачтено (отлично)/  зачтено |  | * Обучающийся: * исчерпывающе и логически стройно излагает учебный материал, умеет связывать теорию с практикой, справляется с решением задач профессиональной направленности высокого уровня сложности, правильно обосновывает принятые решения; * свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; * аргументировано проводит сравнение идеальных термодинамических циклов, знает параметры состояния рабочего тела и термодинамические процессы; * способен самостоятельно определять тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы, определять зависимость параметров состояния идеального газа; * свободно владеет методами исследования термодинамических и тепловых процессов; * способен самостоятельно теоретически и практически применять методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты в теплотехнических процессах, выбирать необходимые теплотехнические процессы для модернизации теплотехнического оборудования, экспериментально определять характеристики теплового состояния элементов тепловых машин и аппаратов; производить измерения основных теплотехнических показателей, связанных с профилем инженерной деятельности; решать разные прикладные задачи, связанные с теплотехническими расчетами при эксплуатации теплотехнических установок; осуществлять тепловые расчеты теплообменных аппаратов; * свободно владеет методикой проведения конструкторского расчета рекуперативных теплообменников; методикой расчета передаваемого количества теплоты при излучении; * дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные. |  |
| повышенный | 65 – 84 | хорошо/  зачтено (хорошо)/  зачтено |  | Обучающийся:   * достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; * допускает единичные негрубые ошибки; * достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; * знает идеальные термодинамические циклы, параметры состояния рабочего тела, термодинамические процессы; * способен определять тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы, определять зависимость параметров состояния идеального газа; * способен теоретически и практически применять методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты в теплотехнических процессах, выбирать необходимые теплотехнические процессы для модернизации теплотехнического оборудования, экспериментально определять характеристики теплового состояния элементов тепловых машин и аппаратов; производить измерения основных теплотехнических показателей, связанных с профилем инженерной деятельности; решать разные прикладные задачи, связанные с теплотехническими расчетами при эксплуатации теплотехнических установок; осуществлять тепловые расчеты теплообменных аппаратов; * владеет методикой проведения конструкторского расчета рекуперативных теплообменников; методикой расчета передаваемого количества теплоты при излучении; * владеет методами исследования термодинамических и тепловых процессов; * ответ отражает знание теоретического и практического материала, не допуская существенных неточностей. |  |
| базовый | 41 – 64 | удовлетворительно/  зачтено (удовлетворительно)/  зачтено |  | Обучающийся:   * демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения ОПОП; * демонстрирует фрагментарные знания основной учебной литературы по дисциплине; * может изложить знания о идеальных термодинамических циклов, знает параметры состояния рабочего тела и термодинамические процессы; * частично умеет определять тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы, определять зависимость параметров состояния идеального газа; * частично владеет методами исследования термодинамических и тепловых процессов; * частично умеет теоретически и практически применять методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты в теплотехнических процессах, выбирать необходимые теплотехнические процессы для модернизации теплотехнического оборудования, экспериментально определять характеристики теплового состояния элементов тепловых машин и аппаратов; производить измерения основных теплотехнических показателей, связанных с профилем инженерной деятельности; решать разные прикладные задачи, связанные с теплотехническими расчетами при эксплуатации теплотехнических установок; осуществлять тепловые расчеты теплообменных аппаратов; * частично владеет методикой проведения конструкторского расчета рекуперативных теплообменников; методикой расчета передаваемого количества теплоты при излучении; * ответ отражает знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения. |  |
| низкий | 0 – 40 | неудовлетворительно/  не зачтено | Обучающийся:   * демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материал, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; * испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; * не способен проанализировать задачу; * не владеет принципами решения задач; * выполняет задания только по образцу и под руководством преподавателя; * допускает грубые ошибки при определении идеальных термодинамических циклов, не знает параметры состояния рабочего тела и термодинамические процессы; * не умеет определять тепловые и теплофизические величины, характеризующие термодинамические процессы, определять зависимость параметров состояния идеального газа; * не умеет теоретически и практически применять методы получения, преобразования, передачи и использования теплоты в теплотехнических процессах, выбирать необходимые теплотехнические процессы для модернизации теплотехнического оборудования, экспериментально определять характеристики теплового состояния элементов тепловых машин и аппаратов; производить измерения основных теплотехнических показателей, связанных с профилем инженерной деятельности; решать разные прикладные задачи, связанные с теплотехническими расчетами при эксплуатации теплотехнических установок; осуществлять тепловые расчеты теплообменных аппаратов; * не владеет методикой проведения конструкторского расчета рекуперативных теплообменников; методикой расчета передаваемого количества теплоты при излучении; * не владеет методами исследования термодинамических и тепловых процессов; * 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«Экспериментальные методы исследований в теплофизике» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю)*,* указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий** | |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | - устный опрос (раздел 1) | Примеры вопросов   1. Перспективы развития теории планирования эксперимента. 2. Цель автоматизированного эксперимента. 3. Размеры промышленных экспериментов. 4. Проверка адекватности модели. Качественная интерпретация задачи. 5. Проверка адекватности модели. Дисперсия адекватности. 6. Проверка значимости коэффициентов. 7. Метод наименьших квадратов для одного фактора. 8. Обобщение метода наименьших квадратов на многофакторный линейный случай. 9. Взвешенный метод наименьших квадратов и статистический анализ. | |
| 2 | - устный опрос (раздел 2) | Примеры вопросов   1. Абсолютные и относительные методы. 2. Типы манометрических преобразователей, их характеристики, градуировка. 3. Способы создания высоких и сверхвысоких давлений. 4. Элементы систем высокого давления (пьезометры, [мультипликаторы](https://pandia.ru/text/category/mulmztiplikator__lat_/), термокомпрессоры и др.). 5. Разделительные устройства (затворы, мембраны, сильфоны). 6. Датчики равновесия. Методы измерения давлений. 7. Грузопоршневой манометр. 8. Погрешности измерения давления. | |
| 3 | - устный опрос (раздел 3) | Примеры вопросов   1. Методы регулярного режима первого, второго и третьего рода. 2. Методы, позволяющие измерить комплекс теплофизических свойств. 3. Измерение вязкости жидкостей и газов. 4. Стационарные методы (истечение через капилляр и пористые среды, вращающиеся цилиндры). 5. Нестационарные методы (крутильные маятники, реактивный метод и др.). 6. Особенности конструкций измерительных ячеек. Современные методы применительно к агрессивным средам. 7. Методы исследования фазового равновесия. 8. Измерение давления насыщенного пара (метод статический, вскипания, точек кипения), давления сублимации (методы Ленгмюра и Кнудсена). 9. Измерение температуры плавления твердых тел. 10. Методы исследования калорических свойств веществ. 11. Теория калорического эксперимента. 12. Типы калориметров. 13. Тепловое значение калориметра. 14. Измерение теплоемкости и энтальпии, теплоты, фазовых переходов. 15. Стационарные и нестационарные методы. 16. Методы измерения поверхностного натяжения и краевых углов смачивания жидкостей (метод капиллярного поднятия, максимального давления в пузырьке, отрыва капель, пластины, кольца). | |
| 4 | - тестирование (раздел 1) | Вопрос Кило - это?   * 10 в 12 степени * 10 в 9 степени * 10 в 6 степени * 10 в 3 степени  Вопрос Санти- это?   * 10 в минус 2 степени * 10 в минус 3 степени * 10 в минус12 степени * 10 в синус 15 степени  Вопрос Милли- это?   * 10 в минус 2 степени * 10 в минус 3 степени * 10 в минус12 степени * 10 в синус 15 степени  Вопрос Фемто- это?   * 10 в минус 2 степени * 10 в минус 3 степени * 10 в минус12 степени * 10 в синус 15 степени  Вопрос Атто- это?   * 10 в минус 2 степени * 10 в минус 18 степени * 10 в минус12 степени * 10 в синус 15 степени  Вопрос Количественная характеристика объекта или явления в физике, либо результат измерения (имеет размер, размерность, род, значение).   * Физическая величина * Измерение * Принцип измерений * Метод измерений  Вопрос Информационный процесс получения опытным путем численного отношения между данной физической величиной и неко­торым ее значением, принятым за единицу сравнения   * Физическая величина * Измерение * Принцип измерений * Метод измерений  Вопрос Познавательная процедура, включающая определение характеристик материальных объектов с помощью соответствующих измерительных приборов   * Физическая величина * Измерение * Принцип измерений * Метод измерений  Вопрос Физическое явление или совокупность физических явлений, положенных в основу измерений. Например, измерение массы тела при помощи взвешивания с использованием силы тяжести, пропорциональной массе, измерение температуры с использованием термоэлектрического эффекта   * Физическая величина * Измерение * Принцип измерений * Метод измерений  Вопрос Совокупность приемов использования принципов и средств измерений   * Физическая величина * Измерение * Принцип измерений * Метод измерений  Вопрос Количественная характеристика объекта или явления в физике, либо результат измерения (имеет размер, размерность, род, значение).   * Физическая величина * Измерение * Принцип измерений * Физическая величина  Вопрос Свойства (характеристики) материальных объектов и процессов (предметов, состояний), которые можно прямо или косвенно измерить. Законы, связывающие между собой эти величины, имеют вид математических уравнений.   * Физическая величина * Измерение * Принцип измерений * Физические величины  Вопрос В качестве основных величин используются:   * длина, время, масса * масса, температура, сила тока * количество вещества, сила света * все перечисленные  Вопрос Метр равен ...   * длине пути, проходимого светом в вакууме за 1/299.792.458 долю секунды * массе международного прототипа килограмма * 9.192.631.770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 * •силе не изменяющегося во времени электрического тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную 2•10 в минус 7-ой степени Н.  Вопрос Килограмм равен ...   * длине пути, проходимого светом в вакууме за 1/299.792.458 долю секунды * массе международного прототипа килограмма * 9.192.631.770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 * •силе не изменяющегося во времени электрического тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную 2•10 в минус 7-ой степени Н.  Вопрос Секунда равна ...   * длине пути, проходимого светом в вакууме за 1/299.792.458 долю секунды * массе международного прототипа килограмма * 9.192.631.770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 * •силе не изменяющегося во времени электрического тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную 2•10 в минус 7-ой степени Н.  Вопрос Ампер равен ...   * длине пути, проходимого светом в вакууме за 1/299.792.458 долю секунды * массе международного прототипа килограмма * 9.192.631.770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 * •силе не изменяющегося во времени электрического тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную 2•10 в минус 7-ой степени Н.  Вопрос Кельвин равен ...   * длине пути, проходимого светом в вакууме за 1/299.792.458 долю секунды * массе международного прототипа килограмма * 9.192.631.770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 * 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды  Вопрос Моль равен ...   * длине пути, проходимого светом в вакууме за 1/299.792.458 долю секунды * массе международного прототипа килограмма * количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0.012 кг * 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды  Вопрос Кандела равен ...   * длине пути, проходимого светом в вакууме за 1/299.792.458 долю секунды * силе света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой 540•1012  Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет 1/683 Вт/ср. * количеству вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0.012 кг * силе не изменяющегося во времени электрического тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызывает на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную 2•10 в минус 7-ой степени Н.  Вопрос Измерения, при которых измеряемая величина остается постоянной во времени. Такими измерениями являются, например, измерения размеров изделия, величины постоянного давления, температуры и др.   * Статические * Динамические * Прямые * Косвенные  Вопрос Измерения, в процессе которых измеряемая величина изменяется во времени, например, измерение давления и температуры при сжатии газа в цилиндре двигателя.   * Статические * Динамические * Прямые * Косвенные  Вопрос Измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных.   * Статические * Динамические * Прямые * Косвенные  Вопрос Измерения, при которых значение величины определяют на основании известной зависимости между искомой величиной и величинами, значения которых находят прямыми измерениями   * Статические * Динамические * Прямые * Косвенные  Вопрос Примерами каких измерений являются: измерение длины линейкой или рулеткой, измерение диаметра штангенциркулем или микрометром, измерение угла угломером, измерение температуры термометром и т.п.   * Статические * Динамические * Прямые * Косвенные  Вопрос Примерами каких измерений являются: определение объема тела по прямым измерениям его геометрических размеров, нахождение удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения, измерение среднего диаметра резьбы методом трёх проволочек и т.д.   * Статические * Динамические * Прямые * Косвенные  Вопрос Измерения, производимые одновременно двух или нескольких разноименных величин для нахождения функциональной зависимости между ними.   * Статические * Совместные * Прямые * Косвенные  Вопрос Количественная характеристика измеряемой физической величины есть ...   * Размер * Шкала измерений  Вопрос Упорядоченная совокупность значений физической величины, которая служит основой для ее измерения, есть ...   * Размер * Шкала измерений  Вопрос Техническое средство, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или сигнал измерительной информации, удобный для обработки, хранения, индикации или передачи и имеющее нормированные метрологические характеристики. Конструктивно обособленные преобразователи называют также датчиком - это ...   * Мера физической величины * Измерительный прибор * Измерительные преобразователи  Вопрос Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью - это ...   * Мера физической величины * Измерительный прибор * Измерительные преобразователи  Вопрос Средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне, наиболее распространенное СИ, предназначенное для выработки измерительной информации в форме, доступной для восприятия наблюдателем (оператором) - это ...   * Мера физической величины * Измерительный прибор * Измерительные преобразователи  Вопрос Средство измерений, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера - это ...   * Мера физической величины * Меры * Измерительные преобразователи  Вопрос Средство измерений или их комплексы, обеспечивающие воспроизведение и хранение узаконенных единиц физических величин, а также передачу их размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерения- это ...   * Эталоны * Меры * Измерительные преобразователи  Вопрос Терра - это?   * 10 в 12 степени * 10 в 9 степени * 10 в 6 степени * 10 в 3 степени  Вопрос Мега - это?   * 10 в 12 степени * 10 в 9 степени * 10 в 6 степени * 10 в 3 степени  Вопрос В каком городе хранится эталон массы?   * Ответ  Вопрос Путь, проходимый лучом света в вакууме за 1/299 792 458 секунды - это?   * Ответ  Вопрос Определение значения физической величины экспериментальным путём - это?   * Ответ | |
| 5 | - тестирование (раздел 2) | Вопрос           .....          — упругая однослойная или многослойная [гофрированная](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%BE%D1%84%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B5) оболочка из [металлических](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%8B), неметаллических и композиционных материалов, сохраняющая [прочность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) и [герметичность](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) при многоцикловых [деформациях](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F) [сжатия, растяжения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5-%D1%81%D0%B6%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B5), [изгиба](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%B7%D0%B3%D0%B8%D0%B1_(%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)) и их комбинаций под воздействием внутреннего или внешнего [давления](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), [температуры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) и [механических напряжений](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B5_%D0%BD%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%B6%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5)   * Ответ  Вопрос           .....          — жидкостный **манометр** во многом напоминает конструкцию классических U-образных приборов, но вместо второй трубки здесь применяется широкий резервуар, площадь которого в 500-700 раз больше площади сечения основной трубки.   * Ответ  Вопрос           .....          — прибор, измеряющий [давление](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) жидкости или газа в замкнутом пространстве   * Ответ  Вопрос           .....          — приборы, измеряющие разрежение (давление ниже атмосферного)   * Ответ  Вопрос           .....          — манометры, измеряющие как избыточное (от 60 до 240000 кПа), так и вакуумметрическое давление   * Ответ  Вопрос           .....          — манометры малых избыточных давлений (до 40 кПа)   * Ответ  Вопрос           .....          — вакуумметры с пределом измерения до минус 40 кПа   * Ответ  Вопрос           .....          — мановакуумметры с крайними пределами измерения, не превышающими ±40 кПа   * Ответ  Вопрос           .....          — приборы с верхним диапазоном измерения от 0,06 до 1000 МПа (измеряют избыточное давление — положительную разность между абсолютным и барометрическим давлением)   * Ответ  Вопрос           .....         давления  — устройство, физические параметры которого изменяются в зависимости от давления измеряемой среды (жидкости, газа, пара). В датчиках давление измеряемой среды преобразуется в унифицированный пневматический, электрический цифровой код или сигналы.   * Ответ  Вопрос           .....         метод — чувствительные элементы датчиков базируются на принципе изменения сопротивления при деформации [тензорезисторов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BD%D0%B7%D0%BE%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%80" \o "Тензорезистор), приклеенных к упругому элементу, который деформируется под действием давления   * Ответ  Вопрос           .....         метод — основан на интегральных чувствительных элементах из монокристаллического кремния. Кремниевые преобразователи имеют высокую чувствительность благодаря изменению удельного объемного сопротивления полупроводника при деформировании давлением.   * Ответ  Вопрос           .....         метод — основан на зависимости изменения электрической ёмкости между обкладками конденсатора и измерительной мембраны от подаваемого давления.   * Ответ  Вопрос           .....         метод — в основе метода лежит изменение резонансной частоты колеблющегося упругого элемента при деформировании его силой или давлением. Это и объясняет высокую стабильность датчиков и высокие выходные характеристики прибора.   * Ответ  Вопрос           .....         метод — основан на регистрации [вихревых токов (токов Фуко)](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D0%BA%D0%B8_%D0%A4%D1%83%D0%BA%D0%BE).  Дополнительно: Чувствительный элемент состоит из двух катушек, изолированных между собой металлическим экраном. Преобразователь измеряет смещение мембраны при отсутствии механического контакта. В катушках генерируется электрический сигнал переменного тока таким образом, что заряд и разряд катушек происходит через одинаковые промежутки времени. При отклонении мембраны создается ток в фиксированной основной катушке, что приводит к изменению [индуктивности](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C) системы. Смещение характеристик основной катушки дает возможность преобразовать давление в стандартизованный сигнал, по своим параметрам прямо пропорциональный приложенному давлению.   * Ответ  Вопрос           .....         метод — в основе лежит принцип регистрации потока ионизированных частиц. Аналогом являются ламповые диоды.   * Ответ  Вопрос           .....         метод — в основе лежит прямой [пьезоэлектрический эффект](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%8C%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE), при котором пьезоэлемент генерирует электрический сигнал, пропорциональный действующей на него силе или давлению.   * Ответ | |
| 6 | - тестирование (раздел 3) | Вопрос Метод может реализоваться в сравнительном и абсолютном вариантах и используется для исследования теплоемкости различных теплоизоляционных материалов (применим также к металлам, полупроводникам) до температур     ....   °С   * Ответ  Вопрос    .... Соотношение, не зависящее от выбора единиц измерения, между (n+1) размерными величинами a, a1, a2,…, an, k из которых имеют независимые размерности, может быть представлено в виде соотношения между (n+1–k) величинами П, П1, П2,…, Пn–k, представляющими собой безразмерные комбинации (n+1) размерных величин. Что это за теорема?   * Ответ  Вопрос В теории размерности доказывается, что размерность любой величины представляет собой степенные одночлены вида [N]=Ll·Tt·Mm ·… и называется формулой ...   * Ответ  Вопрос Основной смысл пи-теоремы состоит в том, что всякое физическое соотношение между размерными величинами можно сформулировать как соотношение между                 ...            величинами.   * Ответ  Вопрос             ...            условия характеризуют геометрические и линейные размеры системы, в которой протекает процесс.   * Ответ  Вопрос             ...            условия характеризуют физические характеристики среды и тела   * Ответ  Вопрос Временные или       ...          условия характеризуют особенности протекания процесса во времени или распределение температуры внутри тела в начальный момент времени.   * Ответ  Вопрос           ...             условия характеризуют процессы теплообмена между поверхностью тела и окружающей средой.   * Ответ  Вопрос Граничное условие  1 рода – задано распределение     ....         на поверхности тела   * Ответ  Вопрос Граничное условие  2 рода – задано распределение     ....        потока на поверхности тела   * Ответ  Вопрос Граничное условие  3 рода – задано температура окружающей среды и закон               ...             между средой и поверхностью тела   * Ответ  Вопрос Граничное условие  4 рода – характеризуют процессы     ...           между соприкасающимися поверхностями различных тел, когда температура в точке сопряжения тел одинакова, но тепловые потоки разные.   * Ответ  Вопрос Теория регулярного режима была разработана Г.М.           ....                    и в последующем углублена другими исследователями.   * Ответ  Вопрос Метод             ...        теплового режима получил весьма широкое распространение в теплотехнических лабораториях по определению ТФС строительных, теплоизоляционных, облицовочных твердых, сыпучих и порошковых материалов, для определения коэффициента температуропроводности а, коэффициента теплопроводности λ, а также теплоемкости с материалов.   * Ответ  Вопрос Для регулярного режима 1 рода, под которым принято понимать упорядоченную, свободную от начальных условий стадию охлаждения (нагрева) тела в среде с температурой tc = const и коэффициентом теплоотдачи α = const, изменение температуры во времени для любой точки тела описывается показательной ....   * Ответ  Вопрос Метод              ...                       теплового режима устанавливается при нагреве тел постоянным во времени потоком теплоты (граничные условия 2 рода).   * Ответ  Вопрос Квазистационарные методы базируются на решении линейного уравнения             ....             для пластины, цилиндра, шара в случае нагрева их постоянным тепловым потоком или в среде с постоянной скоростью изменения температуры.   * Ответ  Вопрос Методы          .......                    теплового режима основываются на закономерностях приближенного анализа нелинейного уравнения теплопроводности   * Ответ  Вопрос Под монотонным тепловым режимом принято понимать плавный разогрев или охлаждение тел в широком диапазоне изменения температуры со слабопеременным полем       ....        внутри образца.   * Ответ  Вопрос Методы монотонного теплового режима позволяют из одного опыта получить температурную зависимость исследуемого параметра во всем интервале нагрева образца и носят иногда название       ....        методов.   * Ответ  Вопрос Из методов монотонного режима для определения коэффициента теплопроводности λ материалов используется метод            ...          пластины.   * Ответ  Вопрос Метод тонкой пластины основан на закономерностях         .....                 разогрева исследуемого образца в режиме, когда его температурное поле остается близким к стационарному режиму и использует расчетные уравнения для коэффициента λ.   * Ответ  Вопрос Для определения коэффициента температуропроводности материалов применяют метод            ....            нагрева, аксиального или радиального разогрева.   * Ответ  Вопрос Метод непрерывного нагрева основан на закономерностях                ......           режима при монотонном изменении температуры образца, когда b ≠ const   * Ответ  Вопрос Метод с-калориметра (     ...             тепломера) основан на закономерностях монотонного разогрева исследуемого образца, когда его температурное поле остается близким к стационарному (скорость разогрева составляет от 0,02 до 0,2 К/с).   * Ответ | |
| 7 | - контрольная работа (раздел 1) | **1.Определить скорость *v* равномерного скольжения прямоугольной пластины(*a × b× c*) по наклонной плоскости подуглом  *α* = *13˚*, если между пластиной и плоскостью находится слой масла  *Индустриальное13*  толщиной  *δ= 0,44 мм*.**  **Температура масла *32 ˚С*, плотность материала пластины  *ρ = 880 кг/м3*.**  **Размеры пластины:  *a = 580 мм;  b= 450 мм;  c = 12 мм*.**  **Физические свойства масла *Индустриального И-12А*  (*справочнаяинформация*):**  **- плотностьпри *Т*= *20 ˚С – не более 880 кг/м3(принимаемдля расчетов эту величину)*;**  **-кинематическая вязкость *v* (при *Т* = *40 ˚С*)*–  13-17 мм2/с;***  ***(для расчета принимаем кинематическую вязкость при Т= 33˚С   -   v = 16 мм2/с или v = 18×10-6 м2/с).***  **2.Определить скорость *v*  равномерного скольжения прямоугольной пластины (*a × b × c*) по наклонной плоскости под углом  *α* = *11˚*, если между пластиной и плоскостью находится слой масла  *Индустриальное 14*  толщиной  *δ = 0,48 мм*.**  Температура масла *33 ˚С*,  плотность материала пластины  *ρ = 880 кг/м3*.  Размеры пластины:  *a = 580 мм;  b = 450 мм;  c = 12 мм*.  Физические свойства масла *Индустриального И-12А*  (*справочная информация*):  - плотность при *Т* = *20 ˚С  – не более 880 кг/м3(принимаем для расчетов эту величину)*;  - кинематическая вязкость *v* (при *Т* = *40 ˚С*)*–  13-17  мм2/с;*  *(для расчета принимаем кинематическую вязкость при Т= 36˚С   -   v = 16 мм2/с или v = 18×10-6 м2/с).*  **3.Определить скорость *v*  равномерного скольжения прямоугольной пластины (*a × b × c*) по наклонной плоскости под углом  *α* = *11,8˚*, если между пластиной и плоскостью находится слой масла  *Индустриальное 15*  толщиной  *δ = 0,54 мм*.**  Температура масла *34 ˚С*,  плотность материала пластины  *ρ = 896 кг/м3*.  Размеры пластины:  *a = 580 мм;  b = 450 мм;  c = 12 мм*.  Физические свойства масла *Индустриального И-12А*  (*справочная информация*):  - плотность при *Т* = *20 ˚С  – не более 896 кг/м3(принимаем для расчетов эту величину)*;  - кинематическая вязкость *v* (при *Т* = *41 ˚С*)*–  13-17  мм2/с;*  *(для расчета принимаем кинематическую вязкость при Т= 38˚С   -   v = 16 мм2/с или v = 19×10-6 м2/с).* |
| 8 | - контрольная работа (раздел 2) | 1.Центробежный насос, перекачивающий жидкость (*вода*)  при температуре *21 ˚С*, развивает подачу ***Q*** = *1,3 л/с*.  *Определить* допустимую высоту всасывания ***hв***, если длина всасывающего трубопровода  ***l****= 12,0 м*, диаметр ***d****= 33,2 мм*, эквивалентная шероховатость ***∆э****= 0,058 мм*,  коэффициент сопротивления обратного клапана ***ζк****= 6,1*, а показание вакуумметра не превышало бы  ***р1****= 73,2 кПа*.  2.Центробежный насос, перекачивающий жидкость (*вода*)  при температуре *22,1 ˚С*, развивает подачу ***Q*** = *1,4 л/с*.  *Определить* допустимую высоту всасывания ***hв***, если длина всасывающего трубопровода  ***l****= 13,0 м*, диаметр ***d****= 33,8 мм*, эквивалентная шероховатость ***∆э****= 0,059 мм*,  коэффициент сопротивления обратного клапана ***ζк****= 6,2*, а показание вакуумметра не превышало бы  ***р1****= 77,6 кПа*.  3.Центробежный насос, перекачивающий жидкость (*вода*)  при температуре *22,8 ˚С*, развивает подачу ***Q*** = *1,5 л/с*.  *Определить* допустимую высоту всасывания ***hв***, если длина всасывающего трубопровода  ***l****= 14,2 м*, диаметр ***d****= 33,5 мм*, эквивалентная шероховатость ***∆э****= 0,053 мм*,  коэффициент сопротивления обратного клапана ***ζк****= 6,3*, а показание вакуумметра не превышало бы  ***р1****= 74,6 кПа*. |
| 9 | - контрольная работа (раздел 3) | 1.Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной δ1= 250 мм ислоя строительного войлока. Температура на внешней поверхности кирпичного слоя *t*c1= 110 °C и на внешней поверхности войлочного слоя *t*с3= 25 °С. Коэффициент теплопроводностикрасного кирпича λ1= 0,7 Вт/(м∙К) и строительного войлока λ2= 0,0465 Вт/(м∙К). Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев итолщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через 1 м2стенки камеры не превышают *q*= 110 Вт/м2.  2.Стены сушильной камеры выполнены из слоя красного кирпича толщиной δ1= 252 мм и слоя строительного войлока. Температура на внешней поверхности кирпичного слоя *t*c1= 122 °C и на внешней поверхности войлочного слоя *t*с3= 25 °С. Коэффициент теплопроводности красного кирпича λ1= 0,7 Вт/(м∙К) и строительного войлока λ2 = 0,0465 Вт/(м∙К). Вычислить температуру в плоскости соприкосновения слоев и толщину войлочного слоя при условии, что тепловые потери через 1 м2 стенки камеры не превышают *q*= 120 Вт/м2. |
| 10 | - коллоквиум (раздел 1) | 1 Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение   2 Какие величины следует измерять на данной установке, чтобы вычислить коэффициент теплопроводности  3 Какова физическая сущность передачи тепла теплопроводностью?4 Сформулируйте понятия: температурное поле, изотермическая поверхность, градиент температуры, мощность теплового потока, удельный тепловой поток.5 Каков физический смысл коэффициента теплопроводности, и от каких факторов он зависит?6 Покажите на схеме установки, как направлен вектор теплового потока и градиента температуры?  7 Каков характер изменения температуры по толщине плоской и цилиндрической стенок?8 Какова взаимосвязь между коэффициентом теплопроводности и наклоном температурной кривой по толщине тепловой изоляции?9 Дайте определение понятию термического сопротивления стенки.10 Как зависит коэффициент теплопроводности различных веществ (металлов, неметаллов, жидкостей и газов) от температуры? Ответ обосновать.11 Сформулируйте основной закон теплопроводности. В чем его сущность?12 Каковы основные трудности тепловых расчетов при переносе тепла теплопроводностью?13 Как влияет форма стенки на величину её термического сопротивления? |
| 11 | - коллоквиум (раздел 3.1) | 1 Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.   2 Как определяется средняя температура струны в данной установке?   3 Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством конвекции?   4 Как определяется количество теплоты, отданное струной окружающему воздуху посредством излучения?    5 Что такое свободная и вынужденная конвекция? 6 Каков физический смысл и размерность коэффициента теплоотдачи?7 Какие факторы определяют интенсивность конвективного теплообмена?8 Что такое критерий подобия?9 Что такое «определяющая температура» и «определяющий» размер? 10 Какие критерии называются «определяющими» и «определяемыми»? 11 Для чего и как составляются критериальные уравнения?12 Как определяется коэффициент теплоотдачи α из критериального уравнения?13 Что характеризуют критерии Nu , Gr , Рr? |
| 12 | - коллоквиум (раздел 3.2) | 1 Назовите основные узлы экспериментальной установки и укажите их назначение.  2 Какими методами измеряется температура на данной установке?  3 Как измеряется и регулируется расход воздуха в данной работе?  4 По каким признакам можно судить о стационарном режиме теплообмена с окружающей средой?5 Как осуществляется выбор контрольной оболочки рассматриваемой термодинамической системы?6 Дайте формулировку и математическое выражение уравнения первого закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта.  7 Укажите способы определения величин, входящих в уравнение 1-го закона термодинамики, используемого для решения задачи данного опыта, с полным обоснованием используемых расчетных формул.  8 Какие существуют методы и приборы для измерения температуры, давления и расхода?9 Как определяется плотность воздуха в условиях лабораторной установки?  10 Какие виды конвекции существуют, в чем их различие?11 В чем сущность «Теории подобия» и как с ее помощью определяются коэффициенты теплоотдачи?12 Как составляются критериальные уравнения?13 Составьте в общем виде критериальные уравнения для вынужденной и свободной (естественной) конвекции.14 Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для свободной конвекции?15 Каков физический смысл критериев подобия, входящих в уравнение для вынужденной конвекции?16 Что такое «определяемый» и «определяющий» критерий?17 Как выбирается определяющий (характерный) размер и определяющая температура при расчете критериев подобия? |
| 13 | - реферат (раздел 1, 2, 3) | Примерные темы   * + - * 1. Методы измерений. Общие принципы построения цифровых средств измерения.         2. Определение расхода воды расходомером накладного типа.         3. Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального и вертикального цилиндра в атмосфере различных газов.         4. Измерение давления.         5. Измерение температуры термометром сопротивления и термопарой.         6. Исследование кинетики роста-диссоциации газогидратов.         7. Исследование теплоотдачи при естественной конвекции около горизонтального и вертикального цилиндра в атмосфере различных газов.         8. Методы исследования фазового равновесия.         9. Нестационарные методы измерения теплопроводности. Определение температуропроводности веществ. Методы регулярного режима первого, второго и третьего рода.         10. Методы измерения плотности (удельного объема) твердых, жидких, газообразных веществ.         11. Бесконтактные методы измерения температуры. Излучательные характеристики. Яркостная, цветовая и радиационная температуры. Устройство пирометров.         12. Абсолютные и относительные методы. Типы манометрических преобразователей, их характеристики, градуировка.         13. Особенности измерений термо-ЭДС. Компенсационный метод.         14. Методы исследования калорических свойств веществ.         15. Измерение теплоемкости и энтальпии, теплоты, фазовых переходов. Стационарные и нестационарные методы.         16. Методы измерения поверхностного натяжения и краевых углов смачивания жидкостей (метод капиллярного поднятия, максимального давления в пузырьке, отрыва капель, пластины, кольца).         17. Стационарные методы определения местных и средних коэффициентов теплоотдачи в конвективном теплообмене, при кипении и конденсации.         18. Способы создания стационарных тепловых потоков на поверхности теплообмена, применение вспомогательной жидкости, электрический и электронный обогрев.         19. Реализация заданного типа граничных условий на поверхности теплообмена при различных способах создания тепловых потоков.         20. Способы определения величины плотности теплового потока на поверхности теплообмена, по изменению энтальпии вспомогательной жидкости, мощности, выделяемой в электрических нагревателях, по градиенту температуры в стенке. Тепломеры.         21. Методы измерения паросодержания в канале. Исследование термической неравновесности.         22. Нестационарные методы определения коэффициентов теплоотдачи. Методы регулярного режима. Метод ’’двух точек’’.         23. Значение приборов для измерения расхода и количества жидкости, газа и пара. Современные требования к приборам для измерения расхода и количества.         24. Замкнутые и разомкнутые контуры для исследования теплообмена при течении в трубах однофазной жидкости, способы создания циркуляции рабочей жидкости в контуре. Специальные циркуляционные насосы. |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** | |
| Устный опрос | ответ ученика полный, самостоятельный, правильный, изложен литературным языком в определенной логической последовательности, рассказ сопровождается новыми примерами; учащийся обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теории, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения; учащийся умеет применить знания в новой ситуации при выполнении практических заданий, знает основные понятия и умеет оперировать ими при решении задач, правильно выполняет чертежи, схемы и графики, сопутствующие ответу; может установить связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов; | 12 – 15 баллов | 5 | |
| ответ удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку "5", но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятии, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач, неточности легко исправляются при ответе на дополнительные вопросы; учащийся не использует собственный план ответа, затрудняется в приведении новых примеров, и применении знаний в новой ситуации, слабо использует связи с ранее изученным материалом и с материалом, усвоенным при изучении других предметов. | 9 – 11 баллов | 4 | |
| большая часть ответа удовлетворяет требованиям к ответу на оценку "4", но в ответе обнаруживаются отдельные пробелы, не препятствующие дальнейшему усвоению программного материала; учащийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий или непоследовательности изложения материала, умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и задач, требующих преобразования формул. | 5 – 8 баллов | 3 | |
| ответ неправильный, показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, неумение работать с учебником, решать количественные и качественные задачи; учащийся не овладел основными знаниями и умениями в соответствии с требованиями программы. | 0 - 4 баллов | 2 | |
| Реферат | Содержание работы полностью соответствует теме. Фактические ошибки отсутствуют. Содержание излагается последовательно. Работа отличается богатством словаря, разнообразием используемых синтаксических конструкций, точностью словоупотребления. Достигнуто стилевое единство и выразительность текста. В целом в работе допускается 1 недочет в содержании и 1—2 речевых недочета | 12 – 15 баллов | 5 | |
| Содержание работы в основном соответствует теме (имеются незначительные отклонения от темы). Содержание в основном достоверно, но имеются единичные фактические неточности. Имеются незначительные нарушения последовательности в изложении мыслей. Лексический и грамматический строй речи достаточно разнообразен. Стиль работы отличается единством и достаточной выразительностью. В целом в работе допускается не более 2 недочетов в содержании и не более 3—4 речевых недочетов. | 9 – 11 баллов | 4 | |
| В работе допущены существенные отклонения от темы. Работа достоверна в главном, но в ней имеются отдельные фактические неточности. Допущены отдельные нарушения последовательности изложения. Беден словарь, и однообразны употребляемые синтаксические конструкции, встречается неправильное словоупотребление. Стиль работы не отличается единством, речь недостаточно выразительна. В целом в работе допускается не более 4 недочетов в содержании и 5 речевых недочетов. | 5 – 8 баллов | 3 | |
| Работа не соответствует теме. Допущено много фактических неточностей. Нарушена последовательность изложения мыслей во всех частях работы, отсутствует связь между ними, работа не соответствует плану. Крайне беден словарь, работа написана короткими однотипными предложениями со слабо выраженной связью между ними, часты случаи неправильного словоупотребления. Нарушено стилевое единство текста. В целом в работе допущено 6 недель. | 0 - 4 баллов | 2 | |
| Контрольная работа | сделан перевод единиц всех физических величин в «СИ», все необходимые данные занесены в условие, правильно выполнены чертежи, схемы, графики, рисунки, сопутствующие решению задач, сделана проверка по наименованиям, правильно проведены математические расчеты и дан полный ответ; на качественные и теоретические вопросы дан полный, исчерпывающий ответ литературным языком в определенной логической последовательности, учащийся приводит новые примеры, устанавливает связь между изучаемым и ранее изученным материалом по курсу физики, а также с материалом, усвоенным при изучении других предметов, умеет применить знания в новой ситуации; учащийся обнаруживает верное понимание физической сущности рассматриваемых явлений и закономерностей, законов и теорий, дает точное определение и истолкование основных понятий, законов, теорий, а также правильное определение физических величин, их единиц и способов измерения. | 20 - 25 баллов | 5 | |
| работа выполнена полностью или не менее чем на 80 % от объема задания, но в ней имеются недочеты и несущественные ошибки; ответ на качественные и теоретические вопросы удовлетворяет вышеперечисленным требованиям, но содержит неточности в изложении фактов, определений, понятий, объяснении взаимосвязей, выводах и решении задач; учащийся испытывает трудности в применении знаний в новой ситуации, не в достаточной мере использует связи с ранее изученным материалом и с материалом, усвоенным при изучении других предметов. | 16 - 20 баллов | 4 | |
| работа выполнена в основном верно (объем выполненной части составляет не менее 2/3 от общего объема), но допущены существенные неточности; учащийся обнаруживает понимание учебного материала при недостаточной полноте усвоения понятий и закономерностей; умеет применять полученные знания при решении простых задач с использованием готовых формул, но затрудняется при решении качественных задач и сложных количественных задач, требующих преобразования формул. | 10 - 15 баллов | 3 | |
| работа в основном не выполнена (объем выполненной части менее 2/3 от общего объема задания); учащийся показывает незнание основных понятий, непонимание изученных закономерностей и взаимосвязей, не умеет решать количественные и качественные задачи. | 2 - 5 баллов | 2 | |
| Тест | Знания, понимания, глубины усвоения обучающимся всего объёма программного материала. Умения выделять главные положения в изученном материале, на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, устанавливать межпредметные и внутрипредметные связи, творчески применяет полученные знания в незнакомой ситуации. Отсутствие ошибок и недочётов при воспроизведении изученного материала, при устных ответах устранение отдельных неточностей с помощью дополнительных вопросов учителя, соблюдение культуры устной речи. | 16 – 20 баллов | 5 | 85% - 100% |
| Знание всего изученного программного материала. Умений выделять главные положения в изученном материале, на основании фактов и примеров обобщать, делать выводы, устанавливать внутрипредметные связи, применять полученные знания на практике. Незначительные (негрубые) ошибки и недочёты при воспроизведении изученного материала, соблюдение основных правил культуры устной речи. | 13 – 15 баллов | 4 | 65% - 84% |
| Знание и усвоение материала на уровне минимальных требований программы, затруднение при самостоятельном воспроизведении, необходимость незначительной помощи преподавателя. Умение работать на уровне воспроизведения, затруднения при ответах на видоизменённые вопросы. Наличие грубой ошибки, нескольких негрубых при воспроизведении изученного материала, незначительное несоблюдение основных правил культуры устной речи. | 6 – 12 баллов | 3 | 41% - 64% |
| Знание и усвоение материала на уровне ниже минимальных требований программы, отдельные представления об изученном материале. Отсутствие умений работать на уровне воспроизведения, затруднения при ответах на стандартные вопросы. Наличие нескольких грубых ошибок, большого числа негрубых при воспроизведении изученного материала, значительное несоблюдение основных правил культуры устной речи. | 0 – 5 баллов | 2 | 40% и менее 40% |
| Решение задач (заданий) | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках); | 13 – 15 баллов | 5 | |
| Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них; | 8 – 12 баллов | 4 | |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; | 4 – 7 баллов | 3 | |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. | 0 – 3 баллов | 2 | |
| Коллоквиум | глубокое и прочное усвоение программного материала - полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания, - свободно справляющиеся с поставленными задачами, знания материала, - правильно обоснованные принятые решения, - владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ. | 13 – 15 баллов | 5 | |
| знание программного материала - грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, - правильное применение теоретических знаний - владение необходимыми навыками при выполнении практических задач. | 8 – 12 баллов | 4 | |
| усвоение основного материала - при ответе допускаются неточности - при ответе недостаточно правильные формулировки - нарушение последовательности в изложении программного материала - затруднения в выполнении практических заданий. | 4 – 7 баллов | 3 | |
| не знание программного материала, - при ответе возникают ошибки - затруднения при выполнении практических работ. | 0 – 3 баллов | 2 | |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы**  **для проведения промежуточной аттестации:** |
| Зачет в письменной  форме по вопросам | 1. Основные требования, предъявляемые к планированию эксперимента. 2. Задачи планирования эксперимента. Схема объекта исследований 3. Классификация факторов.Требования, предъявляемые к факторам и их совокупности при планирован эксперимента. 4. Полный факторный эксперимент и математическая модель 5. Принятие решений после построения модели 6. Реализация мысленных опытов. 7. Метод эволюционного планирования 8. История планирования эксперимента. 9. Применение планирования эксперимента 10. Методы исследования процессов горения и теплообмена. 11. Методы измерения температуры твердых тел и газового потока. Измерение тепловых потоков. 12. Газовый анализ. Методы количественного определения концентрации окислов азота и серы. 13. Методы исследования гидравлических характеристик и пределов устойчивой работы горелок 14. Испытания котельных и печных установок. 15. Общепринятая методика теплотехнических расчетов. |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Зачет  в письменной форме по билетам  1-й вопрос: 0 – 1 баллов  2-й вопрос: 0 – 3 баллов  3-й вопрос: 0 – 6 баллов  4-й вопрос: 0 – 10 баллов | * свободно выполняет практические задания повышенной сложности, предусмотренные программой, демонстрирует системную работу с основной и дополнительной литературой.   Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики. | 10 - 20 | зачтено |
| * Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. | 0 – 9 баллов | не зачтено |

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| **Текущий контроль (зимняя сессия (курс 4)):** |  |  |
| - устный опрос (раздел 1) | 0 - 4 баллов | 2-5 |
| - устный опрос (раздел 2) | 0 - 4 баллов | 2-5 |
| - устный опрос (раздел 3) | 0 - 4 баллов | 2-5 |
| - тестирование (раздел 1) | 0 - 7 баллов | 2-5 |
| - тестирование (раздел 2) | 0 - 7 баллов | 2-5 |
| - тестирование (раздел 3) | 0 - 7 баллов | 2-5 |
| - контрольная работа (раздел 1) | 0 - 8 баллов | 2-5 |
| - контрольная работа (раздел 2) | 0 - 8 баллов | 2-5 |
| - контрольная работа (раздел 3) | 0 - 8 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 1) | 0 - 6 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 2) | 0 - 6 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 3) | 0 - 6 баллов | 2-5 |
| - реферат (раздел 1, 2, 3) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| Промежуточная аттестация  (Тестирование (раздел 1 и 2)) | 0 - 20 баллов | 2-5 |
| **Итого зимняя сессия (курс 4) (Экспериментальные методы исследований в теплофизике)** | 0 - 100 баллов |  |
|  |  |  |
| **Текущий контроль (летняя сессия (курс 4)):** |  |  |
| **Итого летняя сессия (курс 4) (Экспериментальные методы исследований в теплофизике)**  **зачет** | 0 - 100 баллов | зачтено/не зачтено |

* + - 1. Полученный совокупный результат конвертируется в пятибалльную систему оценок в соответствии с таблицей:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **пятибалльная система** | |
| **зачет с оценкой/экзамен** | **зачет** |
| 85 – 100 баллов | отлично  зачтено (отлично) | зачтено |
| 65 – 84 баллов | хорошо  зачтено (хорошо) |
| 41 – 64 баллов | удовлетворительно  зачтено (удовлетворительно) |
| 0 – 40 баллов | неудовлетворительно | не зачтено |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
    - проектная деятельность;
    - проведение интерактивных лекций;
    - групповых дискуссий;
    - поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
    - дистанционные образовательные технологии;
    - применение электронного обучения;
    - просмотр учебных фильмов с их последующим анализом;
    - использование на лекционных занятиях видеоматериалов и наглядных пособий;
    - самостоятельная работа в системе компьютерного тестирования.

      2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА
      3. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий, практикумов, лабораторных работ и иных аналогичных видов учебной деятельности, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

# ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

* + - 1. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидовиспользуются 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 (модуля) 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.** |
| --- | --- |
| **115419, г. Москва, ул. Донская, д. 39, стр. 4** | |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа | комплект учебной мебели,  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:   * ноутбук; * проектор, * экран |
| аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, по практической подготовке, групповых и индивидуальных консультаций | комплект учебной мебели,  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:   * ноутбук; * проектор, * экран |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| Аудитория для самостоятельной работы студента, а. 6315 | * компьютерная техника; подключение к сети «Интернет» |
| **119071, г. Москва, ул. М. Калужская, д. 1, стр. 3** | |
| Читальный зал библиотеки | * компьютерная техника; подключение к сети «Интернет» |

* + - 1. Материально-техническое обеспечение *учебной* *дисциплины/учебного модуля* при обучении с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Необходимое оборудование** | **Параметры** | **Технические требования** |
| Персональный компьютер/ ноутбук/планшет,  камера,  микрофон,  динамики,  доступ в сеть Интернет | Веб-браузер | Версия программного обеспечения не ниже: Chrome 72, Opera 59, Firefox 66, Edge 79, Яндекс.Браузер 19.3 |
| Операционная система | Версия программного обеспечения не ниже: Windows 7, macOS 10.12 «Sierra», Linux |
| Веб-камера | 640х480, 15 кадров/с |
| Микрофон | любой |
| Динамики (колонки или наушники) | любые |
| Сеть (интернет) | Постоянная скорость не менее 192 кБит/с |

Технологическое обеспечение реализации программы/модуля 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 *(заполняется для изданий в электронном виде)*** | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Соколовский Р.И.,  Шарпар Н.М. | Техническая термодинамика. Конспект лекций | Учебное  пособие | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792235* | на кафедре -10 шт. |
| 2 | Маркова К.А.,  Первак Г.И. | Источники и системы теплоснабжения промышленных предприятий. Конспект лекций | Учебное  пособие | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792232* | на кафедре -10 шт. |
| 3 | Тюрин М.П.,  Бородина Е.С. | Рекуперативные теплообменники и их расчет | Учебное  пособие | М.: МГУДТ | 2016 | http://znanium.com/bookread2.php?book=961397 |  |
| 4 | Кошелева М.К. | Расчет и повышение эффективности процессов термовлажностной обработки текстильных материалов | Учебное  пособие | М.: МГУДТ | 2015 | http://znanium.com/bookread2.php?book=782942 |  |
| 5 | Жмакин Л.И., Корнюхин И.П. | Тепломассообменные процессы и оборудование в легкой и текстильной промышлености | Учебное  пособие | М.: МГУДТ | 2014 |  | на кафедре - 8 шт. |
| 6 | Жмакин Л.И. | Конспект лекций по курсу «Кинетическая теория теплоты» | Учебное  пособие | М.: МГУДТ | 2014 |  | на кафедре - 8 шт. |
| 7 | Тюрин, М. П. , Апарушкина М.А. | Расчет рекуперативных теплообменных аппаратов | Учебное  пособие | М.: ФГБОУ ВПО "МГТУ им. А. Н. Косыгина" | 2012 | http://znanium.com/bookread2.php?book=465554 |  |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Красновский Б.М. | Выполнение бетонных работ: зимнее бетонирование. В 2 ч. Часть 1. | Учебное пособие для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/vypolnenie-betonnyh-rabot-zimnee-betonirovanie-v-2-ch-chast-1-429806#page/4 |  |
| 2 | Красновский Б.М. | Выполнение бетонных работ: зимнее бетонирование. В 2 ч. Часть 2. | Учебное пособие для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/vypolnenie-betonnyh-rabot-zimnee-betonirovanie-v-2-ch-chast-2-429799#page/4 |  |
| 3 | Рудобашта С. П., Карташов Э. М. | Химическая технология: Диффузионные процессы. Часть 2. | Учебное  пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/himicheskaya-tehnologiya-diffuzionnye-processy-v-2-ch-chast-1-423383#page/1 |  |
| 4 | Рудобашта С. П., Карташов Э. М. | Химическая технология: Диффузионные процессы. Часть 2. | Учебное  пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/himicheskaya-tehnologiya-diffuzionnye-processy-v-2-ch-chast-2-423382#page/1 |  |
| 5 | Гнездилова А. И. | Процессы и аппараты пищевых производств 2-е изд., пер. и доп. | Учебное пособие для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv-422925#page/1 |  |
| 6 | Гнездилова А. И. | Процессы и аппараты пищевых производств 2-е изд., пер. и доп. | Учебное пособие для академического бакалавриата | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/processy-i-apparaty-pischevyh-proizvodstv-411348#page/1 |  |
| 7 | Карташов Э.М., Кудинов В.А., Калашников В.В. | Теория тепломассопереноса: решение задач для многослойных конструкций | Учебное  пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teoriya-teplomassoperenosa-reshenie-zadach-dlya-mnogosloynyh-konstrukciy-419565#page/1 |  |
| 8 | Шабаров А.Б. - отв. ред., Кислицын А.А. - отв. ред. | Теория тепломассопереноса в нефтегазовых и строительных технологиях | Учебное  пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teoriya-teplomassoperenosa-v-neftegazovyh-i-stroitelnyh-tehnologiyah-415530#page/1 |  |
| 9 | Семенов П.Д., Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред. | Теплотехника в 2т. Том 1. Термодинамика и теория теплообмена | Учебник для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teplotehnika-v-2-t-tom-1-termodinamika-i-teoriya-teploobmena-420481#page/1 |  |
| 10 | Семенов П.Д., Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред. | Теплотехника в 2т. Том 2. Термодинамика и теория теплообмена | Учебник для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teplotehnika-v-2-t-tom-2-energeticheskoe-ispolzovanie-teploty-420480#page/1 |  |
| 11 | Ерофеев В.Л. - под ред., Пряхин А.С. - под ред. | Теплотехника. Практикум | Учебное  пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teplotehnika-praktikum-420479#page/1 |  |
| 12 | Быстрицкий Г.Ф. | Теплотехника и энергосиловое оборудование промышленных предприятий | Учебник для академического бакалавриата | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/teplotehnika-i-energosilovoe-oborudovanie-promyshlennyh-predpriyatiy-414423#page/1 |  |
| 13 | Кудинов В. А., Карташов Э. М., Стефанюк Е. В. | Техническая термодинамика и теплопередача | Учебник для академического бакалавриата | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/tehnicheskaya-termodinamika-i-teploperedacha-412204#page/1 |  |
| 14 | Бухарова Г.Д. | Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания | Учебное пособие для академического бакалавриата | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/molekulyarnaya-fizika-i-termodinamika-metodika-prepodavaniya-427790#page/1 |  |
| 15 | Бухарова Г.Д. | Физика. Молекулярная физика и термодинамика. Методика преподавания | Учебное  пособие для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/fizika-molekulyarnaya-fizika-i-termodinamika-metodika-prepodavaniya-414636#page/1 |  |
| 16 | Косинов А.Д., Костюрина А.Г., Брагин О.А. | Методы физического эксперимента | Учебное  пособие | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/metody-fizicheskogo-eksperimenta-422685#page/1 |  |
| 10.3 Методические материалы (указания, рекомендации по освоению дисциплины (модуля) авторов РГУ им. А. Н. Косыгина) | | | | | | | |
| 1 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Тепломассообменные процессы и оборудование для обработки текстильного материала в воздушной и паровых средах | УМП | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792218* | на кафедре – 5 шт. |
| 2 | Маркова К.А. | Системы отопления, вентиляции и кондиционирования. Сборник заданий на курсовой проект | МУ | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792227* | на кафедре – 5 шт. |
| 3 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Расчет рекуперативных теплообменников | МУ | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792181* | на кафедре – 5 шт. |
| 4 | Шарпар Н.М. | Сорбция влаги текстильными материалами | УМП | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792236* | на кафедре – 5 шт. |
| 5 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Тепломассообменные процессы и оборудование для обработки текстильного материала в воздушной и паровых средах | УМП | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792218* | на кафедре – 5 шт. |
| 6 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Теплотехнический расчет установки для сушки текстильных материалов | МУ | М.: МГУДТ | 2015 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792183* | на кафедре – 5 шт. |
| 7 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Расчет и выбор калориферов | МУ | М.: МГУДТ | 2015 |  | на кафедре – 5 шт. |
| 8 | Захарова А.А., Салтыкова В.С. | Массообменные процессы | МУ | М.: МГУДТ | 2015 | http://znanium.com/catalog/author/7a5b1f0d-dc24-11e4-b489-90b11c31de4c |  |
| 9 | Белоусов А.С., Белоусов В.И. | Разработка моделей теплообмена в проточных технологических аппаратах | МУ | М.: МГУДТ | 2014 | http://znanium.com/bookread2.php?book=961364 |  |
| 10 | Кошелева М.К. | Задачи и задания в тестовой форме по общей химической технологии | МУ | М.: МГУДТ | 2013 | http://znanium.com/bookread2.php?book=465542 |  |

# 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 – п от 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/>  База данных Springer Materials: <http://materials.springer.com/>  База данных 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. |

## 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 |
|  | Wolfram Mathematica | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | Microsoft Visual Studio | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | CorelDRAW Graphics Suite 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 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 |
|  | 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 |
|  | Pinnacle Studio 18 Ultimate | контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019 |
|  | КОМПАС-3d-V 18 | контракт № 17-ЭА-44-19 от 14.05.2019 |
|  | Project Expert 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 |
|  | Autodesk AutoCAD 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 |
|  | Scilab CeCILL (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 ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ/МОДУЛЯ

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

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