|  |
| --- |
| 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** |
| **«Кинетическая теория теплоты»** |
| 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 года11 м |
| Форма обучения | заочная |

|  |
| --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Кинетическая теория теплоты» 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 |
|  | доцент | Т.В. Цыганова |
| Заведующий кафедрой: | О.И. Седляров |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Кинетическая теория теплоты» изучается в седьмом семестре.
			2. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены.

## Форма промежуточной аттестации:

|  |  |
| --- | --- |
| седьмой семестр | - зачет с оценкой |

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Кинетическая теория теплоты» относится к обязательной части программы.
			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.
		- Нагнетатели, тепловые двигатели и энергетические установки;
		- Энергетический аудит промышленных предприятий;
		- Экспериментальные методы исследований в теплофизике.
			1. Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:
		- Теория подобия и физическое моделирование в промышленной теплоэнергетике;
		- Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха на промышленных предприятиях;
		- Тепломассообменное оборудование предприятий;
		- Комбинированные энергетические установки;
		- Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий;
		- Энергоэффективность систем централизованного теплоснабжения;
		- 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 «КИНЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ТЕПЛОТЫ»

* + - 1. Целями освоения дисциплины «Кинетическая теория теплоты» является:
		- изучить физические явления и законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; познакомиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения; представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов;
		- приобрести навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;
		- уяснить логические связи между разделами курса физики, выработать представление о том, что физика является универсальной базой для технических наук, и что те физические явления и процессы, которые пока ограниченно применяются в технике, в будущем могут оказаться в центре новаторских достижений инженерной мысли.
			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 «Кинетическая теория теплоты»:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора****достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения** **по дисциплине**  |
| --- | --- | --- |
| ПК-1Способен к разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства | ИД-ПК-1.1Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства | * Применяет методы сбора и анализа исходных данных, типовых методик расчета тепломассообменных процессов для разработки схем размещения элементов оборудования технологических процессов, техническую и нормативную документацию для эксплуатации технологических энергосистем предприятий;
* Эффективно составляет структурные схемы элементов тепломассообменного оборудования предприятий с использованием нормативной документации;
* Демонстрирует успешное и систематическое владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности, методами проведения тепловых и гидравлических расчетов тепломассообменного оборудования с использованием нормативной документации.
 |
| ИД-ПК-1.2Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД |
| ПК-2Готов к участию в организации метрологического обеспечения технологических процессов ОПД при использовании типовых методов  | ИД-ПК-2.1Демонстрирует знание метрологического обеспечения технологических процессов ОПД | - Демонстрирует понимание проведения тепловых конструктивных и гидравлических расчетов тепломассообменного оборудования предприятий;- Способен принять, обосновать и защитить конкретные решения при выборе и конструировании тепломассообменного оборудования. |
| ИД-ПК-2.2Использует типовые методы расчета и схемы метрологического обеспечения технологических процессов ОПД |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по заочной форме обучения –  | 3 | **з.е.** | 108 | **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 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| установочная сессия |  | 36 | 6 |  | 6 |  |  | 24 |  |
| зимняя сессия | зачет с оценкой | 72 |  |  |  |  |  | 68 | 4 |
| Всего: |  | 108 | 6 |  | 6 |  |  | 92 | 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** |
|  | Установочная сессия (4 курс) |
| ПК-1:ИД-ПК-1.1ИД-ПК-1.2ПК-4:ИД-ПК-2.1ИД-ПК-2.2 | **Раздел I. Введение в кинетическую теорию теплоты** | х | х | х | х | 8 | Формы текущего контроля по разделу I:1. устный опрос2. коллоквиум3. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ,4. защита лабораторных работ. |
| Тема 1.1 Методы описания явлений переноса | 1 |  |  |  | х |
| Тема 1.2 Феноменологическое описание процессов переноса. | 0,5 |  |  |  | х |
| Тема 1.3 Статистическое описание процессов переноса. | 0,5 |  |  |  | х |
| ПК-1:ИД-ПК-1.1ИД-ПК-1.2ПК-4:ИД-ПК-2.1ИД-ПК-2.2 | **Раздел II. Идеальные газы и конденсированные среды** | х | х | х | х | 8 | Формы текущего контроля по разделу II:1. коллоквиум2. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ,3. защита лабораторных работ. |
| Тема 2.1 Кинетическая теория идеального газа | 1 |  |  |  | х |
| Тема 2.2 Перенос теплоты в конденсированных средах | 1 |  |  |  | х |
| Лабораторная работа № 2.1 Исследование коэффициента диффузии паров жидкости в воздух |  |  | 1 |  | х |
| Лабораторная работа № 2.2 Исследование тепломассообмена при испарении жидкости в условиях естественной конвекции |  |  | 1 |  | х |
| ПК-1:ИД-ПК-1.1ИД-ПК-1.2ПК-4:ИД-ПК-2.1ИД-ПК-2.2 | **Раздел III. Теплообмен при ламинарном и турбулентном течении в трубах** | х | х | х | х | 8 | Формы текущего контроля по разделу III:1. коллоквиум2. письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ,3. защита лабораторных работ. |
| Тема 3.1 Теплообмен при ламинарном течении в трубах | 1 |  |  |  | х |
| Тема 3.2 Теплообмен при турбулентном течении в труба | 1 |  |  |  | х |
| Лабораторная работа № 3.1 Исследование теплопередачи через ограждение |  |  | 2 |  | х |
| Лабораторная работа № 3.2 Изучение процессов переноса тепла при ламинарном и турбулентном течении жидкостей |  |  | 2 |  | х |
|  | **ИТОГО установочной сессии (4 курс)** | 6 |  | 6 |  | 24 |  |
|  | Зимняя сессия (4 курс) |
|  | Зачет с оценкой | х | х | х | х | 4 | зачет с оценкой в письменной форме по вопросам |
|  | **ИТОГО летняя сессия** |  |  |  |  | 68 |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **6** |  | **6** |  | **96** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Введение в кинетическую теорию теплоты** |
| Тема 1.1 | Методы описания явлений переноса. | Методы описания явлений переноса. |
| Тема 1.2 | Феноменологическое описание процессов переноса. | Феноменологическое описание процессов переноса. |
| Тема 1.3 | Статистическое описание процессов переноса. | Статистическое описание процессов переноса. |
| **Раздел II** | **Идеальные газы и конденсированные среды** |
| Тема 2.1 | Кинетическая теория идеального газа | Распределение скоростей молекул и давление газа при тепловом равновесии. Обоснование газовых законов на основе молекулярной статистики. Длина свободного пробега молекул. Соотношения для коэффициентов переноса в идеальных газах. Теплоемкость идеальных газов.  |
| Тема 2.2 | Перенос теплоты в конденсированных средах | Электронная, фононная и фотонная теплопроводности. Подобие теплопроводности твердых тел. Теплоемкость твердых тел. Теплопроводность жидкостей. Релаксационная модель переноса теплоты в веществе. |
| **Раздел III** | **Теплообмен при ламинарном и турбулентном течении в трубах** |
| Тема 3.1  | Теплообмен при ламинарном течении в трубах | Теплоотдача в трубах при постоянной температуре стенки. Теплоотдача при постоянной плотности теплового потока. Численный расчет теплоотдачи в трубах. |
| Тема 3.2  | Теплообмен при турбулентном течении в трубах | Осредненные уравнения неразрывности, энергии и движения. Коэффициенты турбулентного переноса тепла и импульса. Простейшие модели турбулентности. |

## 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 и лабораторным занятиям, зачетам, экзаменам;

изучение учебных пособий;

изучение разделов/тем, не выносимых на лекции самостоятельно;

написание тематических докладов, рефератов на проблемные темы;

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 экзаменом, 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 кинетическую теорию теплоты** |
| Тема 1.1 | Методы описания явлений переноса. | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам; подготовиться к устному опросу. | устный опрос; коллоквиум; письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ; защита лабораторных работ. | **8** |
| Тема 1.2 | Феноменологическое описание процессов переноса. |  |  |
| Тема 1.3 | Статистическое описание процессов переноса. |
| **Раздел II** | **Идеальные газы и конденсированные среды** |
| Тема 2.1 | Кинетическая теория идеального газа | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам; подготовиться к устному опросу. | устный опрос; коллоквиум; письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ; защита лабораторных работ. | **8** |
| Тема 2.2 | Перенос теплоты в конденсированных средах |
| **Раздел III** | **Теплообмен при ламинарном и турбулентном течении в трубах** |
| Тема 3.1  | Теплообмен при ламинарном течении в трубах | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам; подготовиться к устному опросу. | устный опрос; коллоквиум; письменный отчет с результатами выполненных экспериментально-лабораторных работ; защита лабораторных работ. | **8** |
| Тема 3.2  | Теплообмен при турбулентном течении в трубах |

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

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенции(-й)** | **Итоговое количество баллов****в 100-балльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе****по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности**  |
| **универсальной(-ых)** **компетенции(-й)** | **общепрофессиональной(-ых) компетенций** | **профессиональной(-ых)****компетенции(-й)** |
|  |  | ПК-1:ИД-ПК-1.2ПК-2:ИД-ПК-2.1ИД-ПК-2.2 |
| 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;
* демонстрирует сформированное знание о разработке схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства;
* демонстрирует успешное и систематическое владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
* способен сформировать систематические знания нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности;
* способен разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.
 |
| 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;
* демонстрирует успешное, но содержащее отдельные пробелы знание о разработке схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства;
* демонстрирует успешное, но содержащее отдельные пробелы владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
* способен сформировать, но отдельные пробелы знания нормативов по энерго и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности;
* демонстрирует отдельные пробелы умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.
 |
| 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;
* демонстрирует успешное, но не систематическое знание о разработке схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства;
* демонстрирует успешное, но не систематическое владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
* демонстрирует структурированные знания нормативов по энергои ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности;
* демонстрирует не систематическое умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.
 |
| 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;
* демонстрирует частично освоенное знание о разработке схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства;
* демонстрирует фрагментарное владение правилами технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности;
* обладает фрагментами знаний нормативов по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности;
* имеет частично освоенное умение разрабатывать мероприятия по энерго- и ресурсосбережению на объектах профессиональной деятельности.
 |

# 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«Кинетическая теория теплоты» 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) | 1. Определение процесса теплообмена и градиента температуры. 2. Основные виды теплообмена. 3. Процессы теплообмена, называемые теплоотдачей и теплопередачей. 4. Уравнение теплопроводности Фурье. Коэффициент теплопроводности. 5. Уравнение теплоотдачи Ньютона – Рихмана. Коэффициент теплоотдачи. 6. Виды конвекции. 7. Основные параметры теплового излучения. 8. Структура падающего на тело теплового потока. 9. Абсолютно черное тело. Степень черноты реального тела. 10. Коэффициенты поглощения, отражения и пропускания. 11. Виды сложного теплообмена. 12. Условия однозначности при решении задач теплопроводности. 13. Граничные условия I, II и III рода. 14. Теплопередача через плоскую однослойную стенку при граничных условиях I рода. 15. Теплопередача через плоскую многослойную стенку при граничных условиях III рода. 16. Теплопередача через плоскую многослойную стенку при условиях I и III рода. 17. Теплопередача через однослойную цилиндрическую стенку при условиях I рода. 18. Закон изменения температуры в цилиндрической стенке. 19. Дать определение линейной плотности теплового потока. 20. Теплопередача через многослойную цилиндрическую стенку при условиях III рода. 21. Расчет температур на контакте слоев в многослойной цилиндрической стенке. 22. Параметры, определяющие коэффициент теплоотдачи. 23. Теоремы подобия. 24. Числа подобия, применяемые при расчете конвективного теплообмена. 25. Критериальное уравнение конвективного теплообмена при вынужденном движении текучей среды. 26. Теплоотдача при движении газа в трубах и каналах. 27. Теплоотдача при продольном обтекании пластины. 28. Теплоотдача при продольном обтекании труб. 29. Теплоотдача при поперечном обтекании труб. 30. Расчет коэффициента теплоотдачи при струйном обтекании тел. 31. Законы излучения абсолютно черного тела. 32. Законы излучения серых тел. 33. Какое излучение называется серым и селективным? 34. Физический смысл коэффициентов излучения. |
| 2 | - коллоквиум (раздел 1) | *Вариант №1*1. Запишите феноменологические законы переноса теплоты, импульса и массы. Дайте определения величин, входящих в уравнения для соответствующих потоков.
2. Рассчитать число молекул в единице объема и среднюю длину свободного пробега для кислорода при давлении 2 бар и температуре 500К, считая этот газ идеальным.

*Вариант №2*1. Запишите дифференциальное уравнение теплопроводности в декартовых и цилиндрических координатах. Поясните физический смысл величин, присутствующих в этом уравнении.
2. Вычислить коэффициент динамической вязкости водорода при температуре 400К и давлении 1 бар, считая данный газ идеальным.

*Вариант №3*1. Дайте определения фазового пространства и функции распределения молекул.
2. Вычислить наиболее вероятную, среднюю и среднеквадратичную скорости молекул аммиака при температуре 350К и давлении 1 бар, считая это газ идеальным.
 |
| 3 | - коллоквиум (раздел 2) | *Вариант №1*1. Перечислите и объясните основные механизмы теплопроводности твердых тел. Какие из них вносят наиболее существенный вклад в перенос теплоты в металлах и диэлектриках?2. Определить электронную теплоемкость меди при температуре 300К. В расчетах принять концентрацию электронов в материале 8,5.1022 см-3, а температуру Ферми 8,2.104 К. Какой вклад вносит электронная составляющая в полную теплоемкость меди, приведенную в справочниках?*Вариант №2*1. Изложите основы подобия теплопроводности металлов при низких температурах. Как в данном случае выбираются масштабы для безразмерных величин?2. Определить по формуле Генцеля радиационную теплопроводность в слое воды при температуре 290К, если ее показатель преломления равен 1,33, а средний коэффициент поглощения излучения составляет 130 м-1.Вариант №31. Назовите основные положения релаксационной модели явлений переноса. Запишите формулы для расчета теплопроводности и вязкости вещества в рамках этой модели.2. Определить теплопроводность серебра при температуре 25оС, если его удельное электрическое сопротивление равно 1,6.10-8 ом м, а число Лоренца составляет 2,45.10-8 Вт.ом/град2. Расчет сопоставить со справочной величиной. |
| 4 | - коллоквиум (раздел 3) | *Вариант №1*1. В трубе диаметром 40 мм течет масло МС-20 при температуре 50оС. Число Рейнольдса составляет 2000. Рассчитать и построить профиль скорости в сечении трубы, найти среднюю скорость и скорость на оси трубы.
2. Запишите общие выражения для коэффициентов турбулентной теплопроводности и вязкости, а также для плотности теплового потока и касательного напряжения в турбулентном потоке.

*Вариант №2*1. Рассчитать предельное значение коэффициента теплоотдачи при течении воды в круглой трубе при постоянной температуре стенки. Температура воды 20оС, диаметр трубы 20 мм, режим течения ламинарный. Найти длину начального теплового участка трубы, если число Рейнольдса равно 1500.
2. Как выражаются турбулентное касательное напряжение и турбулентная вязкость в модели пути смешения?

*Вариант №3*1. Найти предельное значение коэффициента теплоотдачи при ламинарном течении воздуха в круглом воздуховоде диаметром 150 мм при постоянной плотности теплового потока на стенке. Температура воздуха 10оС, число Рейнольдса 1800. Найти также длину начального теплового участка.

Как выглядит профиль скорости турбулентного потока в трубе при использовании универсальных переменных стенки? |
| 5 | - лабораторная работа (темы 2.1) | 1. Что представляет собой диффузия? 2. Сформулируйте закон Фика. 3. Каков физический смысл коэффициента диффузии? 4. От каких параметров зависит коэффициент диффузии? |
| 6 | - лабораторная работа (темы 2.2) | 1. Как определяется количество жидкости, испаряющейся с открытой поверхности? 2. От каких параметров зависит концентрация паров над поверхностью испарения и в окружающей среде? 3. Каков физический смысл диффузионного критерия Нуссельта NuD ? 4. Какие критерии являются определяющими при испарении в условиях естественной конвекции? 5. Как определяется количество переносимой теплоты при испарении? |
| 7 | - лабораторная работа (темы 3.1) | 1. Что такое сложный теплообмен? 2. Запишите уравнение теплопередачи через плоскую стенку. 3. Каков физический смысл коэффициента теплопередачи? 4. В чем заключается метод дополнительной стенки при исследовании теплопередачи через ограждение? |
| 8 | - лабораторная работа (темы 3.2) | 1. В чём отличие ламинарного и турбулентного режимов течения жидкости?
2. От каких факторов зависит Re и как оно определяется?
3. Каков физический смысл Re?
4. Что такое гидравлический радиус и смоченный периметр?
5. Чему равно критическое значение числа Re?
6. Зависил ли Reкр от рода жидкости?
7. Чем вызвано неравномерное распределение скорости жидкости по сечению трубы?
8. Как изменяется  Re при охлаждении жидкости, если скорость движения  и диаметр трубы постоянны?
9. В двух трубах одинакового диаметра протекает одна и та же жидкость, но при разной температуре, ноT1>T2. В каком соотношении будут Re, если Q1=Q2?
10. В каком соотношении будут числа Re1 и Re2, если диаметр первой трубы в два раза больше диаметра второй трубы, а расход и вязкость одинаковы?
11. В какой из труб больше отношение /   на расстоянии d/4 от оси, если диаметр первой трубы в два раза больше диаметра второй?
12. Будет ли изменяться отношение средней скорости и максимальной скорости  /с увеличением числа Re при турбулентном движении?
13. В двух напорных трубах –прямоугольной и квадратной – при одинаковой площади поперечного сечения числа Re равны. В какой из труб расход больше, если вязкость жидкости одинакова?
14. Какие существуют режимы течения жидкости, в чем их отличие?
15. Что характеризуют верхняя и нижняя критические скорости движения жидкости?
16. Какое критическое число Рейнольдса принимают в переходной области?
17. Как определяется число Рейнольдса?
18. Как зависит число Рейнольдса от температуры и физических свойств исследуемой жидкости?

В каком порядке проводятся экспериментальные исследования на стенде? |

## 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 |
| Коллоквиум | 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 |
| Лабораторная работа | лабораторная работа выполнена в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерении; учащийся самостоятельно и рационально смонтировал необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдал требования безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполнил анализ погрешностей; правильно определил цель опыта; выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; научно грамотно, логично описал наблюдения и сформулировал выводы из опыта. В представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, графики, вычисления и сделал выводы; проявляет организационно-трудовые умения (поддерживает чистоту рабочего места и порядок на столе, экономно использует расходные материалы). эксперимент осуществляет по плану с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием. | 12 – 15 баллов | 5 |
| выполнение лабораторной работы удовлетворяет основным требованиям к ответу на оценку "5", но учащийся допустил недочеты или негрубые ошибки, не повлиявшие на результаты выполнения работы; опыт проводил в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений; или было допущено два-три недочета; или не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или эксперимент проведен не полностью; или в описании наблюдений из опыта допустил неточности, выводы сделал неполные. | 9 – 11 баллов | 4 |
| результат выполненной части лабораторной работы таков, что позволяет получить правильный вывод, но в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки; правильно определил цель опыта; работу выполняет правильно не менее чем наполовину, однако объём выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы; или подбор оборудования, объектов, материалов, а также работы по началу опыта провел с помощью учителя; или в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов; опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью; или в отчёте были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, и т.д.) не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения; допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию учителя. | 5 – 8 баллов | 3 |
| результаты выполнения лабораторной работы не позволяют сделать правильный вывод, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно; не определил самостоятельно цель опыта; выполнил работу не полностью, не подготовил нужное оборудование и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов; или опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно; или в ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке "3"; допускает две (и более) грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с веществами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию учителя.Примечания. Во всех случаях оценка снижается, если ученик не соблюдал требований техники безопасности при проведении эксперимента. В тех случаях, когда учащийся показал оригинальный подход к выполнению работы, но в отчете содержатся недостатки, оценка за выполнение работы, по усмотрению учителя, может быть повышена по сравнению с указанными нормами. | 0 - 4 баллов | 2 |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы****для проведения промежуточной аттестации:** |
| Зачет с оценкой в письменной форме по вопросам | 1. Механизм фононной теплопроводности твердых тел. Общий вид температурной зависимости коэффициента фононной теплопроводности.
2. Основные положения модели пути смешения для описания турбулентных аналогов коэффициентов переноса и профилей скорости в трубах.
3. Теплоотдача при ламинарном пограничном слое на пластине. Определение роля скорости (задача Блазиуса). Расчет сопротивления трения.
4. Основные положения универсальной релаксационной модели явлений переноса в веществе. Общий вид расчетных уравнений для транспортных коэффициентов.
5. Механизм электронной теплопроводности в твердых телах. Её расчет с помощью закона Видемана-Франца. Число Лоренца.
6. Метод подобия. Определяющие и определяемые числа подобия в процессах конвективного теплообмена.
7. Основные положения теории Дебая для описания решеточной теплоемкости твердых тел. Температура Дебая. Температурная зависимость теплоемкости.
8. Предельные значения коэффициентов теплоотдачи при ламинарных течениях в трубах для граничных условий 1 и 2 рода.
9. Основные положения конвективного теплообмена и течения в однофазной среде. Пограничный слой. Местный и средний коэффициент теплоотдачи. Физические свойства жидкости (газа), существенные для процессов конвективного теплообмена.
10. Соотношения для коэффициентов переноса в идеальных газах.
11. Основные способы переноса теплоты. Совместные процессы переноса теплоты.
12. Определение теплофизических свойств материалов (α, λ) методом регулярного режима.
13. Электронная, фононная и фотонная теплопроводность в твердых телах; подобие теплопроводности.
14. Основные положения теплопроводности (температурное поле, градиент температуры, тепловой поток, коэффициент теплопроводности). Гипотеза Фурье.
15. Регулярный режим охлаждения (нагревания) тел. Темп охлаждения (нагревания). Теоремы Кондратьева.
16. Методы интенсификации теплопередачи.
17. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Вывод уравнения.
18. Определение количества теплоты отдаваемого (воспринимаемого) безграничной пластиной в процессе нестационарной теплопроводности за конечный промежуток времени от начала охлаждения.
19. Теплоемкость идеальных газов. Формула Майера.
20. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Условия однозначности для нестационарных и стационарных задач теплопроводности.
21. Анализ решения задачи об охлаждении (нагревании) безграничной пластины в среде с постоянной температурой. Поведение решения задачи при малых и больших значениях безразмерного времени.
22. Закон Видемана-Франца и число Лоренца.
23. Стационарная теплопроводность в однослойной и многослойной плоской стенке при граничных условиях первого рода. I=const, qv=0.
24. Решение задачи об охлаждении (нагревании) безграничной пластины в среде с постоянной температурой. Метод Фурье. Собственные числа и собственные функции задачи Штурма – Лиувилля. Основные свойства. Теорема Стеклова.
25. Распределение скоростей молекул газа при тепловом равновесии.
26. Давление газа при тепловом равновесии.
27. Обоснование газовых законов на основе молекулярной статистики.
28. Длина свободного пробега молекул.
29. Соотношения для коэффициентов переноса в идеальных газах.
30. Теплоемкость идеальных газов
31. Линеаризация стационарного неоднородного уравнения теплопроводности подстановкой Кирхгофа.
32. Стационарная теплопроводность в плоской стенке при граничных условиях первого рода и λ=f(t).
33. Решение задачи об охлаждении (нагревании) безграничной пластины в среде с постоянной температурой. Метод Фурье. Разделение переменных. Задача Штурма - Лиувилля.
34. Теория Дебая для фононной теплопроводности, характеристическая температура Дебая.
35. Критический диаметр цилиндрической стенки. Критический диаметр изоляции. Выбор изоляции по ее критическому диаметру.
36. Изучение кинетической теории процессов переноса в твердых жидкостях.
37. Решеточная и электронная теплоемкость.
38. Оребрение поверхности теплообмена как метод интенсификации процесса теплоотдачи. Коэффициент эффективности ребра.
39. Дать описание кинетической теории процессов переноса в твердых телах.
40. Теплопроводность жидкостей.
41. Электронная теплопроводность.
42. Фононная теплопроводность.
43. Подобие теплопроводности твердых тел.
44. Теплоемкость твердых тел.
45. Релаксационная модель переноса теплоты в веществе.
46. Расчет теплопроводности в круглом ребре.
47. Дать описание процессов переноса тепла при ламинарном течении жидкостей.
48. Релаксационная модель переноса теплоты в веществе.
49. Гипотеза Буссинеска.
50. Дать описание процессов переноса тепла при турбулентном течении жидкостей.
51. Теория Дебая для теплоемкости твердых тел.
52. Теплообмен в трубах при постоянной температуре стенки и постоянной плотности теплового потока.
53. Теплоотдача в трубах при постоянной температуре стенки.
54. Теплоотдача при постоянной плотности теплового потока.
55. Численный расчет теплоотдачи в трубах.
56. Осредненные уравнения неразрывности, энергии и движения.
57. Коэффициенты турбулентного переноса тепла и импульса.
58. Простейшие модели турбулентности.
59. Основы феноменологического и статистического описания явлений переноса.
60. Приближение Росселанда и коэффициент фотонной теплопроводности.
61. Интерполяционные уравнения для местных чисел Нуссельта.
62. Понятие о феноменологическом и статистическом методах описания явлений переноса.
63. Температура как мера кинетической энергии.
64. Численный расчет ламинарной теплоотдачи в трубах.
65. Соотношения для плотностей потоков. Коэффициенты переноса.
66. Обоснование газовых законов на основе молекулярной статистики.
67. Простейшие модели турбулентности.
68. Дифференциальные уравнения переноса.
69. Длина свободного пробега молекул.
70. Модель пути смешения Прандтля.
71. Макро- и микросостояния тела.
72. Наиболее вероятная, средняя и среднеквадратичная скорости молекул.
73. Осредненные уравнения неразрывности, энергии и движения (уравнения Рейнольдса).
74. Функции распределения молекул и кинетическое уравнение Больцмана.
75. Коэффициенты турбулентного переноса тепла и импульса.
76. Распределение скоростей молекул газа при тепловом равновесии.
77. Понятие об идеальном газе.
 |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** |
| --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Зачет с оценкой в письменнойформе по вопросам1-й вопрос: 0 – 10 баллов2-й вопрос: 0 – 10 баллов3-й вопрос: 0 – 10 баллов4-й вопрос: 0 – 10 баллов | Обучающийся:* демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные;
* свободно владеет научными понятиями, ведет диалог и вступает в научную дискуссию;
* способен к интеграции знаний по определенной теме, структурированию ответа, к анализу положений существующих теорий, научных школ, направлений по вопросу билета;
* логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную в билете;
* 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. | 36 - 40 баллов | 5 |
| Обучающийся:* показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу;
* недостаточно раскрыта проблема по одному из вопросов билета;
* недостаточно логично построено изложение вопроса;
* успешно выполняет предусмотренные в программе практические задания средней сложности, активно работает с основной литературой,
* демонстрирует, в целом, системный подход к решению практических задач, к самостоятельному пополнению и обновлению знаний в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы. | 30 – 35 баллов | 4 |
| Обучающийся:* показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки;
* не может обосновать закономерности и принципы, объяснить факты, нарушена логика изложения, отсутствует осмысленность представляемого материала, представления о межпредметных связях слабые;
* справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допускает погрешности и ошибки при теоретических ответах и в ходе практической работы.

Содержание билета раскрыто слабо, имеются неточности при ответе на основные и дополнительные вопросы билета, ответ носит репродуктивный характер. Неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно. | 11– 29 баллов | 3 |
| Обучающийся, обнаруживает существенные пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий. На большую часть дополнительных вопросов по содержанию экзамена затрудняется дать ответ или не дает верных ответов. | 0 – 10 баллов | 2 |

## 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 (шестой семестр):**  |  |  |
| - устный опрос (раздел 1) | 0 - 5 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 1) | 0 - 8 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 3) | 0 - 8 баллов | 2-5 |
| - лабораторная работа (темы 2.1) | 0 - 15 баллов | 2-5 |
| - лабораторная работа (темы 2.2) | 0 - 15 баллов | 2-5 |
| - лабораторная работа (темы 3.1) | 0 - 15 баллов | 2-5 |
| - лабораторная работа (темы 3.2) | 0 - 15 баллов | 2-5 |
| Промежуточная аттестация (коллоквиум (раздел 2)) | 0 - 19 баллов | 2-5 |
| **Итого за семестр (Кинетическая теория теплоты)****зачет с оценкой** | 0 - 100 баллов | отличнохорошоудовлетворительнонеудовлетворительно |

* + - 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 | отличнозачтено (отлично) | зачтено |
| 65 – 84 баллов | хорошозачтено (хорошо) |
| 41 – 64 баллов | удовлетворительнозачтено (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.
			1.
			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 | Архипов В. А. | Физико-химические основы процессов тепломассообмена | Конспект лекций | Томск:Изд-во Томского политех. университета | 2015 | http://znanium.com/catalog.php? item=booksearch&code |  |
| 3 | Жмакин Л.И. | Конспект лекций по курсу «Кинетическая теория теплоты» | УП | М.: МГУДТ | 2014 |  | на кафедре - 8 шт. |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания  |
| 1 | Айзенцон А.Е. | Физика | Учебник и практикум для СПО | М: ООО «Издательство Юрайт» | 2021 | https://biblio-online.ru/viewer/fizika-414523#page/11 |  |
| 2 | 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 |  |
| 3 | 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 |  |
| 4 | 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 |  |
| 5 | 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 |  |
| 6 | 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 |  |
| 7 | 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 |  |
| 8 | 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 |  |
| 9 | 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 |  |
| 10 | 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 |  |
| 11 | 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 |  |
| 12 | 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 |  |
| 13 | 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 |  |
| 14 | 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 |  |
| 15 | 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 |  |
| 16 | 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 |  |
| 17 | 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 |  |
| 18 | Юдин С.В. | Тепломассообмен | Учебник | М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М | 2016 | http://znanium.com/bookread.php?book=238920 |  |
| 19 | Кудинов А. А. | Тепломассообмен | Учебное пособие | М.: НИЦ ИНФРА-М,  | 2015 | http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=463148 |  |
| 20 | Видин, Ю. В. | Инженерные методы расчета задач теплообмена | Монография | Красноярск : Сиб. федер. ун-т | 2014 | http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=506059 |  |
| 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 | учебно-методическое пособие | М.: МГУДТ | 2016 | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792218* | на кафедре – 5 шт. |
| 2 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Теплотехнический расчет установки для сушки текстильных материалов | методические указания | М.: МГУДТ | *2015* | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792183* | на кафедре – 5 шт. |
| 3 | Жмакин Л.И., Шарпар Н.М. | Расчет рекуперативных теплообменников | методические указания | М.: МГУДТ | *2016* | *http://znanium.com/bookread2.php?book=792181* | на кафедре – 5 шт. |

# 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** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |