|  |  |
| --- | --- |
| 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** | | |
| **«Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике»** | | |
| 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 года 11 м | |
| Форма обучения | заочная | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике» основной профессиональной образовательной программы высшего образования*,* рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 10 от 14.06.2021 г. | | | |
| Разработчики рабочей программы учебной дисциплины: | | | |
|  | доцент | Н.М. Шарпар | |
|  | доцент | Т.В. Цыганова | |
| Заведующий кафедрой: | | О.И. Седляров |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

* + - 1. Учебная дисциплина «Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике» изучается в третьем курсе.
      2. Курсовая работа/Курсовой проект – не предусмотрены.

## Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

* + - 1. Учебная дисциплина «Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике» 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:
    - Теплофизика;
    - Химия неорганическая;
    - Химия органическая;
    - Математика;
    - Физика;
    - Информационные и коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;
    - Экология;
    - Безопасность жизнедеятельности.
      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;
    - Нагнетатели, тепловые двигатели и энергетические установки;
    - Энергетический аудит промышленных предприятий;
    - Экспериментальные методы исследований в теплофизике;
    - Тепломассообменное оборудование предприятий;
    - Комбинированные энергетические установки;
    - Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий;
    - Энергоэффективность систем централизованного теплоснабжения;
    - Основы трансформации теплоты;
    - 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 «УРАВНЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ В ЭКОЛОГИИ И ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ»

* + - 1. Целями освоения дисциплины «Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике» является:
      * воспитание достаточно высокой математической культуры;
      * привитие навыков современных видов математического мышления;
      * изучения дисциплины является освоение студентами одного из современных методов описания физического мира;
      * формирование знаний и навыков в области математического моделирования процессов, описываемых уравнениями в частных производных и интегральными уравнениями, для дальнейшего использования в дисциплинах естественнонаучного содержания;
      * формирование математической культуры, исследовательских навыков и способности применять знания на практике;
      * привитие навыков использования математических методов и основ математического моделирования в практической деятельности.
      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 «Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике»:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора**  **достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения**  **по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| УК-1  Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач | ИД-УК-1.2  Использование системных связей и отношений между явлениями, процессами и объектами; методов поиска информации, ее системного и критического анализа при формировании собственных мнений, суждений, точек зрения | * Демонстрирует основные определения, свойства, формулы и теоремы читаемых разделов уравнений математической физики; * Применяет теоретические знания для решения практических задач; * Демонстрирует основные понятия, определения, теоремы и алгоритмы решения типовых задач; * Применяет теоретический материал, творчески подходить к решению профессиональных задач, строить математические модели физических задач, приводить их к нужному виду, выбирать и реализовывать наиболее рациональный метод решения поставленной задачи. |
| ОПК-2  Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | ИД-ОПК-2.1  Поиск, хранение и обработка информации с использованием использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий | * Демонстрирует разделы математики в объёме, необходимом для обработки информации и анализа данных в области физико-химических и биотехнологических основ отрасли; разделов физики, общей и неорганической, органической химии и биохимии в объёме, необходимом для понимания основных закономерностей процессов переработки и хранения энергетического сырья; * Использует базовые знания в области математических и естественнонаучных дисциплин для понимания физико-химических и энерготехнологических основ отрасли на основе прогнозирования превращений основных структурных компонентов энергетических и экологических систем; * Использует современные компьютерные технологии для анализа и хранения информации; * Оценивает программное обеспечение и перспективы его использования с учетом решаемых задач; * Использует возможности вычислительной техники и программного обеспечения в отраслях. |

# 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** |
| 3 курс |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| установочная сессия |  | 72 | 6 | 6 |  |  |  | 60 |  |
| зимняя сессия | зачет с оценкой | 36 |  |  |  |  |  | 32 | 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** |
|  | **Установочнаясессия** | | | | | | |
| УК-1:  ИД-УК-1.2  ОПК-2:  ИД-ОПК-2.1 | **Раздел I. Понятие дифференциального уравнения** | х | х | х | х | 20 | Формы текущего контроля  по разделу I:  1. устный опрос  2. разбор практических задач |
| Тема 1.1  Дифференциальные уравнения. Основные определения | 0,5 |  |  |  | х |
| Тема 1.2  Интегрирование. Определенный интеграл | 0,5 |  |  |  | х |
| Тема 1.3  Функции нескольких переменных | 0,5 |  |  |  | х |
| Практическая работа № 1.1  Обыкновенные дифференциальные уравнения |  | 0,5 |  |  | х |
| Практическая работа № 1.2  Производные и дифференциалы высших порядков |  | 0,5 |  |  | х |
| УК-1:  ИД-УК-1.2  ОПК-2:  ИД-ОПК-2.1 | **Раздел II. Уравнения математической физики** | х | х | х | х | 20 | Формы текущего контроля  по разделу II:  1. коллоквиум  2. разбор практических задач |
| Тема 2.1  Основные понятия об уравнениях математической физики | 0,5 |  |  |  | х |
| Тема 2.2  Классификация уравнений в частных производных | 0,5 |  |  |  | х |
| Практическая работа № 2.1  Краевые задачи и корректности их постановок |  | 0,5 |  |  | х |
| Практическая работа № 2.2  Однородное, неоднородное, линейное, квазилинейное |  | 0,5 |  |  | х |
| УК-1:  ИД-УК-1.2  ОПК-2:  ИД-ОПК-2.1 | **Раздел III. Уравнения гиперболического, параболического и** **эллиптического типов** | х | х | х | х | 20 | Формы текущего контроля  по разделу III:  1. коллоквиум  2. реферат  3. разбор практических задач |
| Тема 3.1  Уравнения гиперболического типа | 0,5 |  |  |  | х |
| Тема 3.2  Уравнения параболического типа | 1 |  |  |  | х |
| Тема 3.3  Уравнения эллиптического типа | 1 |  |  |  | х |
| Тема 3.4  Основные уравнения математической физики | 1 |  |  |  | х |
| Практическая работа № 3.1  Решение уравнения колебаний струны методом разделения переменных (методом Фурье). Задача Штурма-Лиувилля. Собственные значения, собственные функции |  | 0,5 |  |  | х |
| Практическая работа № 3.2  Распространение тепла в неограниченном стержне. Решение задачи методом разделения переменных. Решение краевой задачи методом Фурье |  | 0,5 |  |  | х |
| Практическая работа № 3.3  Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности методом конечных разностей. |  | 1 |  |  | х |
| Практическая работа № 3.4  Примеры дифференциальных уравнений с частными производными |  | 1 |  |  | х |
| Практическая работа № 3.5  Решение уравнения колебаний струны методом Фурье |  | 1 |  |  | х |
|  | **ИТОГО за установочную сессию** | 6 | 6 |  |  |  |  |
|  | **Зимняясессия** | | | | | | |
|  | Зачет с оценкой | х | х | х | х | 4 | в письменной форме по вопросам |
|  | **ИТОГО за зимнюю сессию** |  |  |  |  | 64 |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **6** | **6** |  |  | **96** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Понятие дифференциального уравнения** | |
| Тема 1.1 | Дифференциальные уравнения. Основные определения | Обыкновенные дифференциальные уравнения.  Системы дифференциальных уравнений.  Порядок дифференциальных уравнений.  Общее решение дифференциального уравнения. Общий интеграл. |
| Тема 1.2 | Интегрирование. Определенный интеграл | Интегрирование разных функций.  Определенный интеграл.  Приложения определенных интегралов к решению физических и теплоэнергетических задач. |
| Тема 1.3 | Функции нескольких переменных | Частные производные.  Дифференцирование сложных функций.  Производные и дифференциалы высших порядков. |
| **Раздел II** | **Уравнения математической физики** | |
| Тема 2.1 | Основные понятия об уравнениях математической физики | Основные понятия об уравнениях математической физики. Математические модели физических объектов. Основные уравнения математической физики: волновое, уравнение теплопроводности, уравнение Лапласа и Пуассона. Физические задачи, приводящие к дифференциальным уравнениям в частных производных. Колебательные процессы, теплопроводность и диффузия, стационарные процессы. Понятия о краевых задачах и корректности их постановок. |
| Тема 2.2 | Классификация уравнений в частных производных | Уравнения первого порядка в частных производных.  Математическая классификация уравнений второго порядка: гиперболический, параболический и эллиптический тип уравнений. Однородное, неоднородное, линейное, квазилинейное. Приведение уравнения к каноническому виду в случае постоянных коэффициентов. |
| **Раздел III** | **Уравнения гиперболического, параболического и** **эллиптического типов** | |
| Тема 3.1 | Уравнения гиперболического типа | Уравнения гиперболического типа. Вывод волнового уравнения (уравнения колебаний струны). Задача об электрических колебаниях в проводах. |
| Тема 3.2 | Уравнения параболического типа | Уравнения параболического типа. Вывод уравнения распространения тепла в стержне. Уравнение теплопроводности. Оператор Лапласа.  Распространение тепла в неограниченном стержне. |
| Тема 3.3 | Уравнения эллиптического типа | Уравнение Лапласа. Стационарное распределение температуры в изотропном теле. Краевые задачи для уравнения Лапласа. Уравнение Лапласа в цилиндрических координатах. Решение уравнения Лапласа в кольце. Решение задачи Дирихле для круга. Интеграл Пуассона. |
| Тема 3.4 | Основные уравнения математической физики | Свободные колебания струны с закрепленными концами. Продольные колебания стержня. Метод Даламбера. Решение уравнения колебаний струны методом Фурье. Вывод уравнения теплопроводности для стержня. |

## 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** | **Понятие дифференциального уравнения** | | | | |
| Тема 1.1 | Дифференциальные уравнения. Основные определения | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам; подготовиться к устному опросу. | устный опрос; разбор практических задач | **11** | |
| Тема 1.2 | Интегрирование. Определенный интеграл |  | |  |
| Тема 1.3 | Функции нескольких переменных |
| **Раздел II** | **Уравнения математической физики** | | | | |
| Тема 2.1 | Основные понятия об уравнениях математической физики | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам; подготовиться к устному опросу. | коллоквиум; разбор практических задач | **11** | |
| Тема 2.2 | Классификация уравнений в частных производных |
| **Раздел III** | **Уравнения гиперболического, параболического и** **эллиптического типов** | | | | |
| Тема 3.1 | Уравнения гиперболического типа | Подготовить конспект первоисточника; подготовка к лекциям лабораторным занятиям; подготовка к коллоквиумам; подготовиться к устному опросу. | коллоквиум; реферат; разбор практических задач. | **11** | |
| Тема 3.2 | Уравнения параболического типа |
| Тема 3.3 | Уравнения эллиптического типа |
| Тема 3.4 | Основные уравнения математической физики |

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

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

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенции(-й)** | **Итоговое количество баллов**  **в 100-балльной системе**  **по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Оценка в пятибалльной системе**  **по результатам текущей и промежуточной аттестации** | **Показатели уровня сформированности** | | |
| **универсальной(-ых)**  **компетенции(-й)** | **общепрофессиональной(-ых) компетенций** | **профессиональной(-ых)**  **компетенции(-й)** |
| УК-1  ИД-УК-1.2 | ОПК-2:  ИД-ОПК-2.1 |  |
| высокий | 85 – 100 | отлично/  зачтено (отлично)/  зачтено | Обучающийся:   * анализирует и систематизирует изученный материал с обоснованием актуальности его использования в своей предметной области; * применяет методы анализа и синтеза практических проблем, способы прогнозирования и оценки событий и явлений, умеет решать практические задачи вне стандартных ситуаций с учетом особенностей деловой и общей культуры различных социальных групп; * демонстрирует системный подход при решении проблемных ситуаций в том числе, при социальном и профессиональном взаимодействии; * дает полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области; * демонстрирует критический, оригинальный подход к материалу. * показывает четкие системные знания и представления по дисциплине;   дает развернутые, полные и верные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные | 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:   * обоснованно излагает, анализирует и систематизирует изученный материал, что предполагает комплексный характер анализа проблемы; * выделяет междисциплинарные связи, распознает и выделяет элементы в системе знаний, применяет их к анализу практики; * правильно применяет теоретические положения при решении практических задач профессиональной направленности разного уровня сложности, владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; * предоставляет стандартный ответ, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации; * ответ отражает небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. * ответ отражает полное знание материала, с незначительными пробелами, допускает единичные негрубые ошибки. | 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:   * испытывает серьёзные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приёмами; * с трудом выстраивает социальное профессиональное и межкультурное взаимодействие; * анализирует культурные события окружающей действительности, но не способен выработать стратегию действий для решения проблемных ситуаций; * предоставляет неполный ответ, основанный только на лекционных материалах; * демонстрирует понимание сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов; * ответ отражает в целом сформированные, но содержащие незначительные пробелы знания, допускаются грубые ошибки. | 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«Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине*,* указанных в разделе 2 настоящей программы.

## Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

| **№ пп** | **Формы текущего контроля** | * + - 1. **Примеры типовых заданий** |
| --- | --- | --- |
| 1 | - устный опрос (раздел 1) | 1. Что называется дифференциальным уравнением? 2. Что такое порядок дифференциального уравнения? 3. Как ставится задача Коши для дифференциального уравнения первого порядка? 4. Что называется дифференциальным уравнением первого порядка с разделяющимися переменными? 5. В чем состоит схема решения дифференциального уравнения первого порядка с разделяющимися переменными? 6. Что называется однородным дифференциальным уравнением первого порядка? 7. В чем состоит схема решения однородного дифференциального уравнения первого порядка? 8. Что называется линейным неоднородным дифференциальным уравнением первого порядка? 9. В чем состоит схема решения линейного неоднородного дифференциального уравнения первого порядка? 10.Что называется уравнением Бернулли? 11.В чем состоит схема решения уравнения Бернулли? 12.Какие дифференциальные уравнения второго порядка решаются при помощи понижения порядка? 13.В чем состоит схема решения дифференциальных уравнений, допускающих понижение порядка? 14.Как ставится задача Коши для дифференциального уравнения второго порядка? 15.Что называется линейным однородным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами? 16.Что называется характеристическим многочленом для дифференциального уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами? 17.В чем состоит схема решения линейных однородных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами? 18.Что называется линейным неоднородным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами? 19.В чем состоит схема решения линейных неоднородных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами? |
| 2 | - коллоквиум (раздел 2) |  |
| 3 | - коллоквиум (раздел 3) | Вывод уравнения поперечных колебаний струны. Вывод уравнения поперечных колебаний мембраны. Постановка краевых задач. Задача Коши на прямой для однородного и неоднородного уравнений. Формула Даламбера. Обобщенная задача Коши. Формула Римана. Задача Гурса. Решение задачи Коши в пространстве методом усреднения. Формула Пуассона-Кирхгофа. Принцип Гюйгенса. Решение задачи Коши на плоскости методом спуска. Формула Пуассона. Общая формальная схема метода разделения переменных решений смешанных задач для гиперболических уравнений. Обоснование метода разделения переменных в случае классических и обобщенных решений. Энергетические неравенства. Уравнение Бесселя. Цилиндрические функции. Сферические и другие специальные функции. Вывод уравнения теплопроводности. Постановка краевых задач. Теорема о максимальном и минимальном значениях решений уравнения теплопроводности. Корректность первой смешанной задачи и задачи Коши для уравнения теплопроводности. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности методом интегральных преобразований Фурье. Фундаментальное решение. Формулы Пуассона. Общая формальная схема метода разделения переменных решений смешанных задач для параболических уравнений. Функция источника. Обоснование метода разделения переменных в случае классических и обобщенных решений. Энергетические неравенства. Распространение тепла в ограниченных и полуограниченных телах с разрывными граничными условиями. Интегральные формулы Грина. Определение и свойства гармонических функций. О единственности решений задач Дирихле и Неймана. Объемный потенциал. Телесный угол. Интеграл Гаусса. Поверхность Ляпунова. Поверхностный потенциал двойного слоя. Поверхностный потенциал простого слоя. Сведение задач Дирихле и Неймана для уравнения Лапласа к интегральным уравнениям со слабой особенностью. Разрешимость внутренних задач Дирихле и внешних задач Неймана. Разрешимость внутренних задач Неймана и внешних задач Дирихле. Решения задач Дирихле и Неймана методом функций Грина. Метод фиктивных зарядов построения функции Грина задач Дирихле. Решение задач Дирихле для шара и круга методом функций Грина. Интегралы Пуассона. Общая формальная схема метода разделения переменных решений смешанных задач для уравнений Пуассона. Обоснование метода разделения переменных в случае классических и обобщенных решений. Теорема Лиувилля. Поведение производных гармонических функций на бесконечности. Вариационные методы решения задач Дирихле и Неймана. |
| 4 | - реферат (раздел 3) | 1. Характер гладкости решений уравнений гиперболического типа. 2. Задача Коши и задача Гурса. 3. Фундаментальные решения линейных дифференциальных операторов. 4. Функция Грина оператора Лапласа. 5. Задача Штурма – Лиувилля. 6. Метод потенциалов. 7. Вариационные методы. 8. Метод интегральных преобразований. 9. Метод конечных разностей. 10.Некоторые некорректно поставленные задачи. 11.Метод разделения переменных. 12. Физическая интерпретация формул, дающих решение задачи Коши для волнового уравнения. 13. Решение смешанных задач для волнового уравнения методом Фурье (общая схема). 14. Метод Фурье для волновых уравнений. 15. Обоснование метода Фурье для уравнения колебаний струны в случае классических решений. 16. Энергетическое неравенство для решений волновых уравнений. 17. Поверхностный потенциал двойного слоя и его общие свойства. 18. Объемные потенциалы и их общие свойства. 19. Метод Фурье решения смешанной задачи для уравнения теплопроводности. 20. Решение задачи Коши для уравнения теплопроводности метода преобразования Фурье. 21. Принцип максимума для уравнения теплопроводности. 22. Единственность решения задачи Коши для уравнения теплопроводности. 23. Решение задачи Коши и смешанной задачи для неоднородного уравнения теплопроводности. 24. Энергетическое неравенство для решений смешанных задач для уравнения теплопроводности. 25. Постановка задач и формулы Грина для оператора Лапласа. 26. Интегральное представление функций класса с 2 и гармонических функций. 27. Основные свойства гармонических функций. 28. Единственность решений внутренних и внешних задач Дирихле и Неймана. 29. Метод Грина решения задач Дирихле. 30. Поверхностный потенциал простого слоя и его общие свойства. |

## 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 |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы**  **для проведения промежуточной аттестации:** |
| Зачет с оценкой в письменной  форме по вопросам | 1. Основные понятия о методах математичкой физики (МФ). Математические модели физических объектов.  2. Уравнения математической физики. Дифференциальные уравнения в частных производных. Основные понятия и определения. Основные типы уравнений математической физики. Корректность постановок задач МФ.  3. Вывод волнового уравнения (уравнения колебаний струны). Вид уравнения колебаний мембраны.  4. Решение уравнения колебаний струны методом Фурье.  5. Вывод уравнения распространения теплоты в стержне. Уравнение теплопроводности. Краевая задача. Распространение теплоты в пространстве.  6. Решение задачи теплопроводности в неограниченном стержне методом Фурье. Интеграл Пуассона.  7. Распространения теплоты в ограниченном стержне.  8. Уравнение Лапласа. Стационарное распределение температуры в однородном теле. Типы краевых задач.  9. Решение задачи Дирихле для кольца. Уравнение Лапласа в цилиндрической системе координат.  10. Решение задачи Дирихле для круга. Интеграл Пуассона в полярной системе координат.  11. Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности методом конечных разностей.  12. Классификация уравнений МФ (однородные, неоднородные; линейный. квазилинейные; порядок уравнения).  13. Решение линейного дифференциального уравнения первого порядка в частных производных. Соответствующее уравнение.  14. Приведение дифференциального уравнения второго порядка к каноническому виду. Уравнение характеристик.  15. Радиоактивный распад.  16. Задача Коши на примере закона охлаждения Ньютона-Рихмана. |

## 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 письменной  форме по вопросам  1-й вопрос: 0 – 10 баллов  2-й вопрос: 0 – 10 баллов  3-й вопрос: 0 – 10 баллов  4-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 (установочная сессия (3 курс)):** |  |  |
| - устный опрос (раздел 1) | 0 - 20 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 3) | 0 - 30 баллов | 2-5 |
| - реферат (раздел 3) | 0 - 25 баллов | 2-5 |
| Промежуточная аттестация  (коллоквиум (раздел 2)) | 0 - 25 баллов | 2-5 |
| **Итого за установочную сессию (4 курс) (Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике)**  **зачет с оценкой** | 0 - 100 баллов | 2-5 |
| **Текущий контроль (Зимняя сессия (3 курс)):** |  |  |
| **Итого за зимнюю сессию (3 курс) (Уравнения математической физики в экологии и теплоэнергетике)**  **зачет с оценкой** | 0 - 100 баллов | отлично  хорошо  удовлетворительно  неудовлетворительно |

* + - 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 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 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 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** |
| 9.1 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. |
| 9.2 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 |  |
| 9.3 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

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

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