|  |  |
| --- | --- |
| 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 | 20.03.01 | Техносферная безопасность |
| Направленность (профиль)/Специализация | Инжиниринг техносферы, системы безопасности и экспертиза | |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года | |
| Форма обучения | очная | |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 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 четвертом семестре.
      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:
      4. Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:
    - Математика;
    - Физика;
    - Информационные и коммуникационные технологии в профессиональной деятельности;
    - Экология;
    - Безопасность жизнедеятельности.
    - Теория вероятности и статистика в экологии и энергетике
      1. Результаты обучения по учебной дисциплине, используются при изучении следующих дисциплин и прохождения практик:
    - Теория и практика проведения экспериментальных исследований;
    - Основы имитационного моделирования
    - Основы моделирования технологических процессов и аппаратов;
    - Техническая термодинамика и теплопередача
      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 обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления; | ИД-ОПК-2.1 Проведение инженерно-технических расчетов с учетом теории надежности и анализа риска | * Понимает основы анализа риска с точки зрения теории вероятности и математической статистики * Демонстрирует понимание разделов математики в объёме, необходимом для решения задач моделирования и математического описания процессов в области экологии и энергетики; * Использует базовые знания в области математических и естественнонаучных дисциплин для понимания основ энергетических и экологических систем; |
| ПК-1. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, основные законы химии и методы химического анализа, основные законы экологии и природопользования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | ИД-ПК-1.1 Применение математического аппарата для решения задач техносферной безопасности |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной 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 семестр | зачет с оценкой | 108 | 36 | 36 |  |  |  | 36 |  |
| Всего: |  | 108 | 36 | 36 |  |  |  | 36 |  |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины: (очная форма обучения)

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:**  **код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;**  **форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | | | | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;**  **формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** | | | |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | ***Лабораторные работы/ индивидуальные занятия, час*** | **Практическая подготовка, час** |
|  | **Четвертыйсеместр** | | | | | | |
| УК-1:  ИД-УК-1.2  ОПК-2:  ИД-ОПК-2.1  ПК-1  ИД-ПК-1.1 | **Раздел I. Понятие дифференциального уравнения** | х | х | х | х | 11 | Формы текущего контроля  по разделу I:  1. устный опрос  2. разбор практических задач |
| Тема 1.1  Дифференциальные уравнения. Основные определения | 4 |  |  |  | х |
| Тема 1.2  Интегрирование. Определенный интеграл | 4 |  |  |  | х |
| Тема 1.3  Функции нескольких переменных | 4 |  |  |  | х |
| Практическая работа № 1.1  Обыкновенные дифференциальные уравнения |  | 4 |  |  | х |
| Практическая работа № 1.2  Производные и дифференциалы высших порядков |  | 4 |  |  | х |
| УК-1:  ИД-УК-1.2  ОПК-2:  ИД-ОПК-2.1  ПК-1  ИД-ПК-1.1 | **Раздел II. Уравнения математической физики** | х | х | х | х | 11 | Формы текущего контроля  по разделу II:  1. коллоквиум  2. разбор практических задач |
| Тема 2.1  Основные понятия об уравнениях математической физики | 4 |  |  |  | х |
| Тема 2.2  Классификация уравнений в частных производных | 4 |  |  |  | х |
| Практическая работа № 2.1  Краевые задачи и корректности их постановок |  | 4 |  |  | х |
| Практическая работа № 2.2  Однородное, неоднородное, линейное, квазилинейное |  | 4 |  |  | х |
| УК-1:  ИД-УК-1.2  ОПК-2:  ИД-ОПК-2.1  ПК-1  ИД-ПК-1.1 | **Раздел III. Уравнения гиперболического, параболического и** **эллиптического типов** | х | х | х | х | 11 | Формы текущего контроля  по разделу III:  1. коллоквиум  2. реферат  3. разбор практических задач |
| Тема 3.1  Уравнения гиперболического типа | 4 |  |  |  | х |
| Тема 3.2  Уравнения параболического типа | 4 |  |  |  | х |
| Тема 3.3  Уравнения эллиптического типа | 4 |  |  |  | х |
| Тема 3.4  Основные уравнения математической физики | 4 |  |  |  | х |
| Практическая работа № 3.1  Решение уравнения колебаний струны методом разделения переменных (методом Фурье). Задача Штурма-Лиувилля. Собственные значения, собственные функции |  | 4 |  |  | х |
| Практическая работа № 3.2  Распространение тепла в неограниченном стержне. Решение задачи методом разделения переменных. Решение краевой задачи методом Фурье |  | 4 |  |  | х |
| Практическая работа № 3.3  Решение первой краевой задачи для уравнения теплопроводности методом конечных разностей. |  | 4 |  |  | х |
| Практическая работа № 3.4  Примеры дифференциальных уравнений с частными производными |  | 4 |  |  | х |
| Практическая работа № 3.5  Решение уравнения колебаний струны методом Фурье |  | 4 |  |  | х |
|  | Зачет с оценкой | х | х | х | х | 3 | в письменной форме по вопросам |
|  | **ИТОГО за четвертыйсеместр** | 36 | 36 |  |  | 36 |  |
|  | **ИТОГО за весь период** | **36** | **36** |  |  | **36** |  |

## 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 | ПК-1  ИД-ПК-1.1 |
| 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;   – Понимает основы анализа риска с точки зрения теории вероятности и математической статистики  – Демонстрирует полное понимание разделов математики в объёме, необходимом для решения задач моделирования и математического описания процессов в области экологии и энергетики;  – В полной мере использует базовые знания в области математических и естественнонаучных дисциплин для понимания основ энергетических и экологических систем;  – | |
| 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 основы анализа риска с точки зрения теории вероятности и математической статистики  – Демонстрирует знание математики в объёме, необходимом для решения моделирования и математического описания процессов в области экологии и энергетики, но может допускать незначительные ошибки;  – использует базовые знания в области математических и естественнонаучных дисциплин для понимания основ энергетических и экологических систем;  – | |
| 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;   – Знает теории вероятности и математической статистики, но не может связать их с основами анализа риска  – Демонстрирует знание разделов математики в объёме, необходимом для дальнейшего прохождения программ;  – использует базовые знания в области математических и естественнонаучных дисциплин для понимания основ энергетических и экологических систем, но допускает грубые ошибки; | |
| 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; | | |

# 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? |
| 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. |
| 4 | - реферат (раздел 3) | 1. Характер гладкости решений уравнений гиперболического типа.  2. Задача Коши и задача Гурса.  3. Фундаментальные решения линейных дифференциальных операторов. |

## 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.  . |

## Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины:

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Экзамен в письменной  форме по вопросам  1-й вопрос: 0 – 10 баллов  2-й вопрос: 0 – 10 баллов  3-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. | 24 -30 баллов | 5  зачтено |
| 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. | 12 – 23баллов | 4  зачтено |
| 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. | 6 – 11баллов | 3  зачтено |
| 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 – 5баллов | 2  Не зачтено |

## Система оценивания результатов текущего контроля и промежуточной аттестации.

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

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Форма контроля** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| **Текущий контроль (четвертый семестр):** |  |  |
| - устный опрос (раздел 1) | 0 - 20 баллов | 2-5 |
| - коллоквиум (раздел 3) | 0 - 30 баллов | 2-5 |
| - реферат (раздел 3) | 0 - 20 баллов | 2-5 |
| Промежуточная аттестация  (зачет с оценкой) | 0 - 30 баллов | 2-5 |
| **Итого за семестр (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** |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |