|  |  |
| --- | --- |
| 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 | Мехатроники и информационных технологий |
| Кафедра | Прикладной математики и программирования |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  **УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ** | | |
| **Технология сложных систем** | | |
| Уровень образования | бакалавриат | |
| Направление подготовки | 01.03.02 | Прикладная математика и информатика |
| Направленность (профиль) | Системное программирование и компьютерные технологии | |
| Срок освоения образовательной программы по очной форме обучения | 4 года | |
| Форма обучения | очная | |



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Рабочая программа учебной дисциплины «Технология сложных систем» основной профессиональной образовательной программы высшего образования*,* рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол №10 от 29.06.2021 г. | | | |
| Разработчики рабочей программы учебной дисциплины: | | | |
|  | Доцент | А.М. Романенков | |
|  | Ассистент | А.Т. Костоев | |
| Заведующий кафедрой: | | В.В. Горшков |

# ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Технология сложных систем» изучается в седьмом и восьмом семестрах.

Курсовая работа непредусмотрена.

## Форма промежуточной аттестации:

|  |  |
| --- | --- |
| седьмой семестр | - зачет |
| восьмой семестр | - экзамен |

## Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Технология сложных систем» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Основой для освоения дисциплины являются результаты обучения по предшествующим дисциплинам и практикам:

* + - Дифференциальные уравнения;
    - Языки и методы программирования;
    - Физика;
    - Компьютерное моделирование и анализ данных;
    - Производственная практика. Технологическая (проектно-технологическая) практика.

Результаты освоения учебной дисциплины в дальнейшем будут использованы при прохождении производственной практики и (или) выполнении выпускной квалификационной работы.

# ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Технология сложных систем» являются:

* + - формирование теоретических знаний о системном анализе и системной методологии сложных объектов, явлений и процессов;
    - формирование практических навыков исследования сложных систем и их моделирования;
    - математическое и компьютерное моделирование технических, биологических и физических процессов;
    - методы исследования устойчивости численных алгоритмов для процессов переноса, теплопроводности и колебательных процессов;
    - формирование у обучающихся компетенций, установленных образовательной программой в соответствии с ФГОС ВО по данной дисциплине.

Результатом обучения по учебной дисциплине является овладение обучающимися знаниями, умениями, навыками и опытом деятельности, характеризующими процесс формирования компетенций и обеспечивающими достижение планируемых результатов освоения учебной дисциплины.

## Формируемые компетенции, индикаторы достижения компетенций, соотнесённые с планируемыми результатами обучения по дисциплине:

| **Код и наименование компетенции** | **Код и наименование индикатора**  **достижения компетенции** | **Планируемые результаты обучения**  **по дисциплине** |
| --- | --- | --- |
| ПК-3  Способен проектировать информационные системы, в том числе по профилю подготовки | ИД-ПК-3.1  Анализ современных требований при проектировании программного обеспечения; | * Анализирует методы описания разных сложных систем, различия между типами уравнений и процессами, которые они описывают; * Анализирует современные подходы реализации и исследования алгоритмов моделирования сложных систем; * Ставит и решает задачи для уравнений, моделирующих соответствующие сложные системы, качественно определяет поведение систем в будущем, разрабатывает моделирующие приложения для визуального анализа поведения систем; * Использует методы точного решения линейных уравнений, методы построения разностных схем, инструментарий написания, отладки приложений для моделирования сложных систем; * Проводит численные эксперименты по моделированию сложных систем с помощью средств Python 3.7 и Matlab; * Оформляет результаты численных экспериментов и проводит качественный анализ сложных систем в зависимости от различных параметров; * Анализирует технологии обработки и сбора данных, методы выборки и представления данных; * Анализирует результаты наблюдения за сложными системами и воспроизводит их; * Использует методы программирования имитационных моделей и систем; * Экспериментально определяет сходимость разностной задачи. |
| ИД-ПК-3.2  Применение математического аппарата при разработке алгоритмов решения задач, связанных с проектированием программного обеспечения; |
| ПК-5  Способен участвовать в создании концептуальной модели изучаемого явления, устанавливать границы ее адекватности и достоверности, доказательно оценивать степень доверия к научному результату | ИД-ПК-5.1  Анализ и решение задач прикладной математики и информатики, использование математических методов в конкретной предметной области; |
| ИД-ПК-5.2  Использование численных и вероятностных методов, решения задач прикладной математики и информатики в практической деятельности; |
| ИД-ПК-5.3  Анализ информационных моделей различных явлений и процессов, выделение необходимых объектов предметной области; |
| ИД-ПК-5.4  Оценка адекватности построенной модели и ее представление в виде программного комплекса |

# СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| по очной форме обучения – | 7 | **з.е.** | 252 | **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** | **самостоятельная работа обучающегося, час** | **промежуточная аттестация, час** |
| 7 семестр | зачет | 108 | 30 | 30 |  |  |  | 48 |  |
| 8 семестр | экзамен | 144 | 24 | 36 |  |  |  | 48 | 36 |
| Всего: |  | 252 | 54 | 66 |  |  |  | 96 | 36 |

## Структура учебной дисциплины для обучающихся по разделам и темам дисциплины:

| **Планируемые (контролируемые) результаты освоения:**  **код(ы) формируемой(ых) компетенции(й) и индикаторов достижения компетенций** | **Наименование разделов, тем;**  **форма(ы) промежуточной аттестации** | **Виды учебной работы** | | | | **Самостоятельная работа, час** | **Виды и формы контрольных мероприятий, обеспечивающие по совокупности текущий контроль успеваемости;**  **формы промежуточного контроля успеваемости** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Контактная работа** | | | |
| **Лекции, час** | **Практические занятия, час** | **Лабораторные работы, час** | **Практическая подготовка, час** |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2  ПК-5:  ИД-ПК-5.1  ИД-ПК-5.2  ИД-ПК-5.3  ИД-ПК-5.4 | **Седьмой семестр** | | | | | | |
| **Раздел I. Информационные технологии для моделирования систем** | x | x | x | x | 24 | Формы текущего контроля  по разделу I:  самостоятельная проверочная работа |
| Тема 1.1  Среды программирования для научных вычислений и моделирования сложных систем | 4 |  |  |  |  |
| Тема 1.2  Работа с переменными | 4 |  |  |  |  |
| Тема 1.3  Работа с функциями | 4 |  |  |  |  |
| Практическое занятие №1.1  Организация научных вычислений на Python 3.7 и Matlab. Исследование механической системы |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие №1.2  Работа с формулами и переменными. Вычисление характеристик физических систем |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие №1.3  Работа со скалярными и векторными величинами. Расчет поля скоростей движущейся жидкости. |  | 4 |  |  |  |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2  ПК-5:  ИД-ПК-5.1  ИД-ПК-5.2  ИД-ПК-5.3  ИД-ПК-5.4 | **Раздел II. Технологии моделирования систем, которые описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями** | x | x | x | x | 24 | Формы текущего контроля  по разделу II:  самостоятельная проверочная работа |
| Тема 2.1  Решение простейших задач | 4 |  |  |  |  |
| Тема 2.2  Решение задач Коши | 4 |  |  |  |  |
| Тема 2.3  Решение краевых задач | 6 |  |  |  |  |
| Тема 2.4  Матричные вычисления в Matlab | 4 |  |  |  |  |
| Практическое занятие №2.1  Матричные вычисления. Определение собственных колебаний технических систем |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие №2.2  Моделирование механических систем. Расчет сил в механической системе |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие №2.3  Моделирование движения заряженной частицы в магнитном поле. Расчет сил в магнитной системе |  | 6 |  |  |  |
| Практическое занятие №2.4  Оптимизация матричных вычислений. Приемы заполнения матриц специального вида |  | 4 |  |  |  |
| Зачет | х | х | х | х | x | Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости |
| **ИТОГО за седьмойсеместр** | **30** | **30** |  |  | **48** |  |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2  ПК-5:  ИД-ПК-5.1  ИД-ПК-5.2  ИД-ПК-5.3  ИД-ПК-5.4 | **Восьмой семестр** | | | | | | |
| **Раздел III. Визуализация и графическое описание технических систем** | х | х | х | х | 24 | Формы текущего контроля  по разделу III:  самостоятельная проверочная работа |
| Тема 3.1  Визуализация результатов вычислений | 2 |  |  |  |  |
| Тема 3.2  Оформление графической информации | 2 |  |  |  |  |
| Практическое занятие №3.1  Построение поверхности высот местности. Представление распределения температур в плоской пластине |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №3.2  Оформление графических данных. Приемы динамической настройки графической информации |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №3.3  Поиск приближенного решения одномерного уравнения переноса с помощью явной схемы |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №3.4  Поиск приближенного решения одномерного уравнения переноса с помощью неявной схемы |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №3.5  Поиск приближенного решения задачи Римана для двумерного уравнения переноса |  | 2 |  |  |  |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2  ПК-5:  ИД-ПК-5.1  ИД-ПК-5.2  ИД-ПК-5.3  ИД-ПК-5.4 | **Раздел IV. Моделирование и исследование систем** | х | х | х | х | 24 | Формы текущего контроля  по разделу IV:  самостоятельная проверочная работа |
| Тема 4.1  Моделирование процессов переноса | 4 |  |  |  |  |
| Тема 4.2  Численное исследование систем с разрывами | 4 |  |  |  |  |
| Тема 4.3  Моделирование систем с диффузией | 4 |  |  |  |  |
| Тема 4.4  Стационарные системы | 4 |  |  |  |  |
| Тема 4.5  Численное моделирование управляемых систем | 4 |  |  |  |  |
| Практическое занятие №4.1  Поиск приближенного решения одномерного уравнения переноса с помощью явной схемы |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.2  Поиск приближенного решения одномерного уравнения переноса с помощью неявной схемы |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.3  Поиск приближенного решения задачи Римана для двумерного уравнения переноса |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.4  Вычисление приближенного решения уравнения диффузии с переносом |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.5  Решение краевой задачи для линейного уравнения переноса методами Лакса-Фридрихса, «луч» и ван Лиира |  | 2 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.6  Моделирование процесса теплопроводности на неограниченной прямой |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.7  Численное решение начальной и начально-краевых задач для уравнения теплопроводности и диффузии. |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.8  Решение эллиптических уравнений. |  | 4 |  |  |  |
| Практическое занятие №4.9  Управление системами параболического типа |  | 4 |  |  |  |
| Экзамен | х | х | х | х | 36 | Экзамен по билетам |
| **ИТОГО за восьмой семестр** | **24** | **36** |  |  | **84** |  |
| **ИТОГО за весь период** | **54** |  | **54** |  | **132** |  |

## Краткое содержание учебной дисциплины

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ пп** | **Наименование раздела и темы дисциплины** | **Содержание раздела (темы)** |
| **Раздел I** | **Информационные технологии для моделирования систем** | |
| Тема 1.1 | Среды программирования для научных вычислений и моделирования сложных систем | Python 3.7 и Matlab. Интерфейс, командная строка и стандартные синтаксические конструкции. Организация научных вычислений на Python 3.7 и Matlab. Исследование механической системы. |
| Тема 1.2 | Работа с переменными | Работа с формулами и переменными. Вычисление характеристик физических систем. Правила объявления переменных. Глобальные переменные. Освобождение переменных. Область видимости объектов. |
| Тема 1.3 | Работа с функциями | Стандартные математические функции. Описание пользовательских функции. Способы передачи аргументов в функции. Возврат скалярных и векторных значений из функции. Работа со скалярными и векторными величинами. Расчет поля скоростей движущейся жидкости. |
| **Раздел II** | **Технологии моделирования систем, которые описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями** | |
| Тема 2.1 | Решение простейших задач | Решение СЛАУ, нахождение определителя, обратной матрицы, решение нелинейных уравнений и систем. Матричные модели, способы их описания, задания и количественного анализа. Матричные вычисления. Определение собственных колебаний технических систем. |
| Тема 2.2 | Решение задач Коши | Решение задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений. Моделирование механических систем. Расчет сил в механической системе. |
| Тема 2.3 | Решение краевых задач | Решение краевых задач для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка. Реализация метода стрельбы. Механические системы, описываемые уравнениями второго порядка. Моделирование движения заряженной частицы в магнитном поле. Расчет сил в магнитной системе. |
| Тема 2.4 | Матричные вычисления в Matlab | Вектора, матрицы и средства работы с ними в Matlab. Специфические арифметические операции над матрицами. Оптимизация матричных вычислений. Приемы заполнения матриц специального вида. |
| **Раздел III** | **Визуализация и графическое описание технических систем** | |
| Тема 3.1 | Визуализация результатов вычислений | Построение двумерных и трехмерных графиков. Графическое описание динамических процессов в системах различной природы. Построение поверхности высот местности. Представление распределения температур в плоской пластине. |
| Тема 3.2 | Оформление графической информации | Подписи координатных осей, легенда, заголовок и вывод текста в заданное место графика. Параметры вывода: толщина, цвет линии; различные типы линии. Сохранение изображений в различные форматы. Оформление графических данных. Приемы динамической настройки графической информации. |
| **Раздел IV** | **Моделирование и исследование систем** | |
| Тема 4.1 | Моделирование процессов переноса. | Модели переноса в технических и биологических системах. Исследование уравнения переноса: реализация различных разностных схем для поиска численного решения. Методы решения многомерного уравнения переноса. |
| Тема 4.2 | Численное исследование систем с разрывами | Поиск численного решения задачи Римана для системы уравнений Эйлера с помощью метода Лакса-Фридрихса. Поиск численного решения задачи Римана для системы уравнений Эйлера с помощью методов «луч» и ван Лиира. |
| Тема 4.3 | Моделирование систем с диффузией. | Моделирование процессов диффузии и теплопроводности уравнением параболического типа. Решение начальной и начально-краевых задач для уравнения теплопроводности. Реализация метода прогонки в различных средах программирования. |
| Тема 4.4 | Стационарные системы | Стационарные системы и их описание с помощью эллиптических уравнений. Решение эллиптических уравнений в Matlab. Численное решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона в прямоугольной области. |
| Тема 4.5 | Численное моделирование управляемых систем | Управление системами, которые описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями. Управление диффузионными процессами. Задачи с управляющими коэффициентами |

## 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:

изучение теоретического и практического материала по рекомендованным источникам;

выполнение cсамостоятельных проверочных работ;

подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра*.*

## Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

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

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

## Соотнесение планируемых результатов обучения с уровнями сформированности компетенции.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Уровни сформированности компетенций** | **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**  **профессиональных**  **компетенций** | |
| ПК-3:  ИД-ПК-3.1  ИД-ПК-3.2 | ПК-5:  ИД-ПК-5.1  ИД-ПК-5.2  ИД-ПК-5.3  ИД-ПК-5.4 |
| высокий |  | отлично | 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; * демонстрирует высокий уровень разработки моделирующих приложений для визуального анализа поведения систем; * без затруднений решает задачи для уравнений, моделирующих соответствующие сложные системы; * без затруднений осуществляет численные эксперименты по моделированию сложных систем с помощью средств Python 3.7 и Matlab; * свободно ориентируется в учебной и профессиональной литературе; * дает развернутые, исчерпывающие, профессионально грамотные ответы на вопросы, в том числе, дополнительные. | |
| повышенный |  | хорошо | Обучающийся:   * достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; * демонстрирует хорший уровень разработки моделирующих приложений для визуального анализа поведения систем; * решает задачи для уравнений, моделирующих соответствующие сложные системы, допуская незначительные ошибки; * осуществляет численные эксперименты по моделированию сложных систем с помощью средств Python 3.7 и Matlab, но с некоторыми неточностями; * достаточно хорошо ориентируется в учебной и профессиональной литературе; * дает ответы на поставленные вопросы, отражающие знания теоретического материала, при этом, не допуская существенных неточностей. | |
| базовый |  | удовлетворительно | Обучающийся:   * демонстрирует теоретические знания основного учебного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшего освоения образовательной программы; * демонстрирует базовый уровень разработки моделирующих приложений для визуального анализа поведения систем; * с некоторыми затруднениями решает задачи для уравнений, моделирующих соответствующие сложные системы, допускает ошибки в решении; * с затруднениями осуществляет численные эксперименты по моделированию сложных систем с помощью средств Python 3.7 и Matlab, допускает ошибки; * дает ответы, отражающие знания на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профилю обучения. | |
| низкий |  | неудовлетворительно | Обучающийся:   * демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала, 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; * демонстрирует низкий уровень разработки моделирующих приложений для визуального анализа поведения систем; * не способен самостоятельно решать задачи для уравнений, моделирующих соответствующие сложные системы; * не способен проводить численные эксперименты по моделированию сложных систем с помощью средств Python 3.7 и Matlab; * дает ответы, отражающие отсутствие знаний на базовом уровне теоретического и практического материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы. | |

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

При проведении контроля самостоятельной работы обучающихся, текущего контроля и промежуточной аттестации по учебной дисциплине «Технология сложных систем» 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** |
| --- | --- | --- |
| 7 семестр | Самостоятельные проверочные работы | **Самостоятельная проверочная работа №1**   1. Для заданных функций   cгенерируйте сеточные функции на отрезках . Для генерации значений сеточных функции используйте равномерную сетку с шагом . (возьмите значения ). Постройте графики исходных функции и сеточных функций.   1. Для заданных функций найдите численное значение производной первого порядка по формуле . Для этого введите сеточные функции и для каждой функции и каждого разбиения примените указанную формулу. Список функции:   Для каждой функции взять отрезки , для каждого отрезка используйте равномерную сетку с шагом Постройте графики численных производных для каждого из отрезков и параметра , а так же графики производных, вычисленных аналитически.   1. Для заданных задач Коши с использованием метода Эйлера найдите приближенные численные решения.   Постройте графики приближенных решений на отрезке с шагом .  *Замечание.* Для выполнения этого задания разрешается использовать любой язык программирования. Предпочтительными являются python, matlab, C#. Результаты полученные с помощью онлайн систем вычисления не засчитываются.  **Самостоятельная проверочная работа №2**   1. Один конец пружины жесткостью закреплен неподвижно, а к другому прикреплен груз массы , к которому приложена внешняя сила . При движении груза со скоростью сила сопротивления равна . При грузу, находившемуся в положении равновесия, сообщена скорость . Исследовать движение груза в случаях с помощью python (или MatLab). Рассмотреть следующие ситуации: . Представить графики закона движения груза для аналитического и численного решения задачи. 2. Найти решение следующей краевой задачи:   Построить графики решения и вывести значения табличной функции. |
| 8 семестр | Самостоятельные проверочные работы | **Самостоятельная проверочная работа №6**  1. Найти точные решения задач Коши:  Для заданий 2- необходимо написать скрипт на matLab/python.  2. Рассмотрим задачу для одномерного уравнения диффузии с переносом:  Напишите код в MatLab для вычисления приближенного решения данной задачи. Используйте явную схему Эйлера со следующими параметрами :  Решите данную задачу для 3-х разных способов аппроксимации . Что вы наблюдаете?  Для задач Коши из п. 1, 4, 7 выполните дискретизацию и напишите скрипт для поиска приближенного решения этих задач.  **Самостоятельная проверочная работа №7**  Найти решения задач Штурма-Лиувилля:  Вычислите интегралы: |

## Критерии, шкалы оценивания текущего контроля успеваемости:

| **Наименование оценочного средства (контрольно-оценочного мероприятия)** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | |
| --- | --- | --- | --- |
| **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Самостоятельные проверочные работы | Обучающийся демонстрирует грамотное решение всех задач, использование правильных методов решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках); |  | 5 |
| Продемонстрировано использование правильных методов при решении задач при наличии существенных ошибок в 1-2 из них; |  | 4 |
| Обучающийся использует верные методы решения, но правильные ответы в большинстве случаев (в том числе из-за арифметических ошибок) отсутствуют; |  | 3 |
| Обучающимся использованы неверные методы решения, отсутствуют верные ответы. |  | 2 |

## Промежуточная аттестация:

|  |  |
| --- | --- |
| **Форма промежуточной аттестации** | **Типовые контрольные задания и иные материалы**  **для проведения промежуточной аттестации:** |
| Зачет:  по совокупности результатов текущего контроля успеваемости | 1. Напишите программу для поиска приближенного решения одномерного уравнения переноса   Реализуйте все 3 способа аппроксимации первой производной по , рассмотренных на лекции. Выводите результаты решения в динамике. Постройте график функции для каждого способа аппроксимации и сравните его с графиком точного решения. Что вы наблюдаете? Какие выводы можете сделать?  *Указание.* Для того, чтобы избежать копирования кода рекомендуется воспользоваться следующей общей записью явных методов:  где константы, соответствующие способу аппроксимации.   1. Рассмотрим краевую задачу для одномерного уравнения диффузии с переносом:   Напишите программу для вычисления приближенного решения данной задачи. Используйте явную схему Эйлера со следующими параметрами :  Решите данную задачу для 3-х разных способов аппроксимации . Что вы наблюдаете? |
| Экзамен:  в устной форме по билетам | Билет №1  1. Методы дискретизации производных первого и второго порядка.  2. Критерий Неймана устойчивости разностных схем.  3. Устная проверка одного из заданий самостоятельных проверочных работ.  Билет №2  1. Разностные схемы для уравнения переноса. Расчетные формулы для явной схемы для поиска приближенного решения уравнения переноса.  2. Понятие устойчивости разностной схемы. Условие Куранта-Фридрихса-Леви. Область влияния и ее значение.  3. Устная проверка одного из заданий самостоятельных проверочных работ.  Билет №3  1. Точное решение задачи Коши для одномерного уравнения переноса с постоянными коэффициентами.  2. Метод прогонки для поиска приближённого решения краевых задач.  3. Устная проверка одного из заданий самостоятельных проверочных работ. |

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

| **Форма промежуточной аттестации** | **Критерии оценивания** | **Шкалы оценивания** | |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оценочного средства** | **100-балльная система** | **Пятибалльная система** |
| Зачет | Обучающийся: демонстрирует грамотное решение большинства задач из самостоятельных проверочных работ, выполняемых в течение всего семестра. Использует правильные методы решения при незначительных вычислительных погрешностях (арифметических ошибках); |  | зачтено |
| При выполнении самостоятельных проверочных работ обучающимся использованы в основном неверные методы решения, отсутствуют верные ответы в большинстве задач. |  | не зачтено |
| Экзамен | Обучающийся:   * демонстрирует знания, отличающиеся глубиной и содержательностью, дает полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы билета, так и на дополнительные; * свободно владеет научными понятиями; * 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. |  | 5 |
| Обучающийся:   * показывает достаточное знание учебного материала, но допускает несущественные фактические ошибки, которые способен исправить самостоятельно, благодаря наводящему вопросу; * 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. |  | 4 |
| Обучающийся:   * показывает знания фрагментарного характера, которые отличаются поверхностностью и малой содержательностью, допускает фактические грубые ошибки; * 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. |  | 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. |  | 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** |
| **Седьмой семестре** | | |
| Текущий контроль:  Самостоятельные проверочные работы |  | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация  (зачет) |  | зачтено  не зачтено |
| **Итого за семестр**  Зачет |  |
| **Восьмой семестр** | | |
| Текущий контроль:  Самостоятельные проверочные работы |  | 2 – 5 |
| Промежуточная аттестация  (Экзамен) |  | отлично  хорошо  удовлетворительно  неудовлетворительно |
| **Итого за семестр (дисциплину)**  Экзамен |  |

# ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

* + - 1. Реализация программы предусматривает использование в процессе обучения следующих образовательных технологий:
    - поиск и обработка информации с использованием сети Интернет;
    - дистанционные образовательные технологии в случае производственной необходимости;
    - применение электронного обучения в случае производственной необходимости.

# ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

* + - 1. Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий.

# 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. Материально-техническое обеспечение дисциплины при обучении с использованием традиционных технологий обучения.

| **Наименование учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортзалов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** | **Оснащенность учебных аудиторий, лабораторий, мастерских, библиотек, спортивных залов, помещений для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования и т.п.** |
| --- | --- |
| **119071, г. Москва, Малая Калужская улица, дом 1** | |
| аудитории для проведения занятий лекционного типа | комплект учебной мебели,  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:   * ноутбук; * проектор; * проекционный экран. |
| аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | комплект учебной мебели,  технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории:   * ноутбук; * проектор; * проекционный экран; * персональные компьютеры для обучающихся. |
| **Помещения для самостоятельной работы обучающихся** | **Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся** |
| читальный зал библиотеки | * компьютерная техника;   подключение к сети Интернет. |

# УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Автор(ы)** | **Наименование издания** | **Вид издания (учебник, УП, МП и др.)** | **Издательство** | **Год**  **издания** | **Адрес сайта ЭБС**  **или электронного ресурса** | **Количество экземпляров в библиотеке Университета** |
| 10.1 Основная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Яковлев В. Б. | Системный анализ | Учебник | М.: ИЦ РИОР, НИЦ ИНФРА-М | 2016 | <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=538715> | - |
| 2 | Голицына О.Л., Максимов Н.В., Попов И.И. | Информационные системы | Учебное пособие | М.: НИЦ ИНФРА-М | 2014 | <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=435900> | - |
| 10.2 Дополнительная литература, в том числе электронные издания | | | | | | | |
| 1 | Балдин К. В. | Информационные системы в экономике | Учебное пособие | М.: НИЦ ИНФРА-М | 2015 | <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=515584> | - |
| 2 | Варфоломеева А.О., Коряковский А.В., Романов В.П. | Информационные системы предприятия | Учебник | М.: НИЦ ИНФРА-М | 2016 | <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=536732> | - |
| 3 | Кобелев Н.Б | Основы имитационного моделирования сложных экономических систем | Учебник | М.: Вузовский учебник | 2015 | <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=514320> | - |

# ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

|  |  |
| --- | --- |
| **№ пп** | **Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы** |
|  | ЭБС «Лань» <http://www.e.lanbook.com/> |
|  | «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/> |
|  | Образовательная платформа «Юрайт» <https://urait.ru/> |
|  | Электронные ресурсы «Polpred.com Обзор СМИ» <https://www.polpred.com/> |
|  | Электронные ресурсы «Национальной электронной библиотеки» («НЭБ») <https://rusneb.ru/> |
|  | **Профессиональные базы данных, информационные справочные системы** |
|  | Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX (включенная в научный информационный ресурс eLIBRARY.RU) <https://www.elibrary.ru/> |
|  | База данных Springer eBooks Collections издательства Springer Nature.  Платформа Springer Link: <https://rd.springer.com/> |
|  | Электронный ресурс Freedom Collection издательства Elsevier <https://sciencedirect.com/> |
|  | База данных научного цитирования Scopus издательства Elsevier <https://www.scopus.com/> |
|  | База данных ORBIT IPBI (Platinum Edition) компании Questel SAS <https://www.orbit.com/> |
|  | База данных Web of Science компании Clarivate Analytics <https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search> |
|  | База данных CSD-Enterprise компании The Cambridge Crystallographic Data Center  <https://www.ccdc.cam.ac.uk/> |
|  | Научная электронная библиотека «elibrary.ru» <https://www.elibrary.ru/> |
|  | База данных издательства SpringerNature  <https://link.springer.com/>  <https://www.springerprotocols.com/>  <https://materials.springer.com/>  [https://link.springer.com/search?facet-content-type=%ReferenceWork%22](https://link.springer.com/search?facet-content-type=%25ReferenceWork%22)  <http://zbmath.org/>  <http://npg.com/> |

## 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 |
|  | Microsoft Visual Studio | 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. |

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