

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Белгородский Валерий Савельевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 11.01.2024 12:36:52
Уникальный программный ключ:
8df276ee93e17c18e7bee9e7cad2d0ed9ab82473

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 Информационных технологий и цифровой трансформации
Кафедра Прикладной математики и программирования

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Модели сложных систем и процессов

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 «Модели сложных систем и процессов» основной профессиональной образовательной программы высшего образования, рассмотрена и одобрена на заседании кафедры, протокол № 6 от 14.02.2023 г.

Разработчики рабочей программы учебной дисциплины:

1. Преподаватель А.Т. Костоев
 2. Доцент А.М. Романенков
- Заведующий кафедрой: О.П. Новиков

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Учебная дисциплина «Модели сложных систем и процессов» изучается в седьмом семестре.

Курсовая работа не предусмотрена.

1.1. Форма промежуточной аттестации:

Экзамен.

1.2. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП

Учебная дисциплина «Модели сложных систем и процессов» 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 в информационных процессах;
- Алгоритмы и структуры данных;
- Дифференциальные уравнения в частных производных;
- Алгоритмы анализа данных.

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

2. ЦЕЛИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Целями изучения дисциплины «Модели сложных систем и процессов» 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.

2.1. 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-4 Способен осуществлять концептуальное, функциональное и логическое проектирование систем среднего и крупного масштаба и сложности	ИД-ПК-4.1 Анализ информационных моделей различных явлений и процессов, выделение необходимых объектов предметной области	<ul style="list-style-type: none"> – 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;
	ИД-ПК-4.2 Представление модели в виде программного комплекса и её тестирование	<ul style="list-style-type: none"> – 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;
	ИД-ПК-4.3 Выделение цели и задач создаваемой информационной системы с представлением ее концептуальной модели	<ul style="list-style-type: none"> – 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.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоёмкость учебной дисциплины по учебному плану составляет:

по очной форме обучения –	5	з.е.	180	час.
---------------------------	---	------	-----	------

3.1. 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	экзамен	180	34	34	16			60	36
Всего:		180	34	34	16			60	36

3.2. 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-4 ИД-ПК-4.1 ИД-ПК-4.2 ИД-ПК-4.3	Раздел I. Информационные технологии для моделирования систем	x	x	x	x	20	Формы текущего контроля по разделу I: самостоятельная проверочная работа
	Тема 1.1 Среды программирования для научных вычислений и моделирования сложных систем	2					
	Тема 1.2 Работа с переменными	2					
	Тема 1.3 Работа с функциями	2					
	Практическое занятие №1.1 Организация научных вычислений на Python 3.7 и Matlab. Исследование механической системы		2				
	Практическое занятие №1.2 Работа с формулами и переменными. Вычисление характеристик физических систем		2				
	Практическое занятие №1.3 Работа со скалярными и векторными величинами. Расчет поля скоростей движущейся жидкости.		2				
ПК-4 ИД-ПК-4.1 ИД-ПК-4.2 ИД-ПК-4.3	Раздел II. Технологии моделирования систем, которые описываются обыкновенными дифференциальными уравнениями	x	x	x	x	20	Формы текущего контроля по разделу II: самостоятельная проверочная работа
	Тема 2.1 Решение простейших задач	2					
	Тема 2.2 Решение задач Коши	2					
	Тема 2.3 Решение краевых задач	2					

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		
	Тема 2.4 Матричные вычисления в Matlab	2					
	Практическое занятие №2.1 Матричные вычисления. Определение собственных колебаний технических систем		2				
	Практическое занятие №2.2 Моделирование механических систем. Расчет сил в механической системе		2				
	Практическое занятие №2.3 Моделирование движения заряженной частицы в магнитном поле. Расчет сил в магнитной системе		2				
	Практическое занятие №2.4 Оптимизация матричных вычислений. Приемы заполнения матриц специального вида		2				
	Раздел III. Визуализация и графическое описание технических систем	x	x	x	x	20	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				

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		
	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-4	Раздел IV. Моделирование и исследование систем	x	x	x	x	20	Формы текущего контроля по разделу IV: самостоятельная проверочная работа
ИД-ПК-4.1	Тема 4.1 Моделирование процессов переноса	2					
ИД-ПК-4.2	Тема 4.2 Численное исследование систем с разрывами	2					
ИД-ПК-4.3	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				

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		
	Практическое занятие №4.5 Решение краевой задачи для линейного уравнения переноса методами Лакса-Фридрихса, «луч» и ван Лиира		2				
	Лабораторная работа №1 Моделирование процесса теплопроводности на неограниченной прямой			4			
	Лабораторная работа №1 Численное решение начальной и начально-краевых задач для уравнения теплопроводности и диффузии.			4			
	Лабораторная работа №1 Решение эллиптических уравнений.			4			
	Лабораторная работа №1 Управление системами параболического типа			4			
	Экзамен	х	х	х	х	36	Экзамен по билетам
	ИТОГО за восьмой семестр	34	34	16		60	
	ИТОГО за весь период	34	34	16		60	

3.3. 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 функций. 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

3.4. 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 самостоятельных проверочных работ;
- подготовка к промежуточной аттестации в течение семестра.

3.5. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий

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

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

4.1. 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-4 ИД-ПК-4.1 ИД-ПК-4.2 ИД-ПК-4.3
высокий		отлично	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – достаточно подробно, грамотно и по существу излагает изученный материал, приводит и раскрывает в тезисной форме основные понятия; – демонстрирует хороший 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;

			<ul style="list-style-type: none"> – 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	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – демонстрирует фрагментарные знания теоретического и практического материала, допускает грубые ошибки при его изложении на занятиях и в ходе промежуточной аттестации; – испытывает серьезные затруднения в применении теоретических положений при решении практических задач профессиональной направленности стандартного уровня сложности, не владеет необходимыми для этого навыками и приемами; – 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.

5. 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 «Модели сложных систем и процессов» проверяется уровень сформированности у обучающихся компетенций и запланированных результатов обучения по дисциплине, указанных в разделе 2 настоящей программы.

5.1. Формы текущего контроля успеваемости, примеры типовых заданий:

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
7 семестр	Самостоятельные проверочные работы	<p>Самостоятельная проверочная работа №1</p> <p>1. Для заданных функций</p> $e^{-\frac{x}{2}}; \sin 3x; \cos^2 5x; \sum_{n=0}^{\infty} \frac{x^{2n}}{(2n)!}$ <p>сгенерируйте сеточные функции $\{y_k\}_{k=1,\dots,N}$ на отрезках $[0; \frac{\pi}{2}]$; $[2; 10]$; $[-3; 3]$. Для генерации значений сеточных функции используйте равномерную сетку с шагом h. (возьмите значения $h = 0.01; 0.005; 0.001$). Постройте графики исходных функции и сеточных функций.</p> <p>2. Для заданных функций найдите численное значение производной первого порядка по формуле $y' \approx \frac{y_{n+1} - y_n}{h}$. Для этого введите сеточные функции и для каждой функции и каждого разбиения примените указанную формулу. Список функции:</p> $e^{-\frac{x^2}{2}}; \sin^3 \frac{3x^4}{5}; \cos^2 \frac{x}{x+1}; \ln(x + \sqrt{4 + x^2}); \frac{x \operatorname{arctg} 2x}{x^2 + 4}$ <p>Для каждой функции взять отрезки $[0; 1]$; $[2; 15]$; $[-5; 5]$, для каждого отрезка используйте равномерную сетку с шагом $h = 0.01; 0.005$. Постройте графики численных производных для каждого из отрезков и параметра h, а так же графики производных, вычисленных аналитически.</p> <p>3. Для заданных задач Коши с использованием метода Эйлера найдите приближенные численные решения.</p> <p>a) $y' = \frac{1}{2}y, y(0) = 1$; b) $y' = 2x + 3y, y(0) = -2$; c) $\begin{cases} x_1' = x_2 \\ x_2' = -x_1 \end{cases}, x_1(0) = 1, x_2(0) = 0$; d) $\begin{cases} x_1' = x_2 \\ x_2' = 4x_1 \end{cases}, x_1(0) = 1, x_2(0) = 1$.</p> <p>Постройте графики приближенных решений на отрезке $[0; 10]$ с шагом $h = 0.025$.</p>

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		<p><i>Замечание.</i> Для выполнения этого задания разрешается использовать любой язык программирования. Предпочтительными являются python, matlab, C#. Результаты полученные с помощью онлайн систем вычисления не засчитываются.</p> <p>Самостоятельная проверочная работа №2</p> <p>1. Один конец пружины жесткостью k закреплен неподвижно, а к другому прикреплен груз массы m, к которому приложена внешняя сила f. При движении груза со скоростью v сила сопротивления равна hv. При $t = 0$ грузу, находившемуся в положении равновесия, сообщена скорость v_0. Исследовать движение груза в случаях $h^2 < 4km$ и $h^2 > 4km$ с помощью python (или MatLab). Рассмотреть следующие ситуации: 1) $f = 0$; 2) $f = t - 1$; 3) $f = e^{-t}$ 4) $f = b\sin(\omega t)$. Представить графики закона движения груза для аналитического и численного решения задачи.</p> <p>2. Найти решение следующей краевой задачи:</p> $y'' - x^2 y' - \frac{2}{x^2} y = 1 + \frac{4}{x^2};$ $2y\left(\frac{1}{2}\right) - y'\left(\frac{1}{2}\right) = 6;$ $y(1) + 3y'(1) = -1.$ <p>Построить графики решения и вывести значения табличной функции.</p>
8 семестр	Самостоятельные проверочные работы	<p>Самостоятельная проверочная работа №6</p> <p>1. Найти точные решения задач Коши:</p> $u_t = u_{xx}, \quad u _{t=0} = 4 \cos 7x$ $u_t = 3u_{xx}, \quad u _{t=0} = -9 \sin \frac{x}{3}$ $u_t = 4u_{xx} - 5u, \quad u _{t=0} = \cos 3x$ $4u_t = u_{xx} + 6u, \quad u _{t=0} = \cos 3x$ $3u_t = u_{xx}, \quad u _{t=0} = e^{-2x}$ $2u_t = 5u_{xx} - u, \quad u _{t=0} = e^{-3x}$ $2u_t = 5u_{xx} + 3u_x - u, \quad u _{t=0} = 4e^{-2x}$ <p>Для заданий 2- необходимо написать скрипт на matLab/python.</p> <p>2. Рассмотрим задачу для одномерного уравнения диффузии с переносом:</p> $u_t + \beta u_x = \alpha u_{xx}, \quad (x, t) \in ((0, 10) \times \mathbb{R}_0^+)$ $u(x, 0) = \begin{cases} 1, & 4.9 \leq x \leq 5.1 \\ 0, & \text{иначе} \end{cases}$

№ пп	Формы текущего контроля	Примеры типовых заданий
		<p>Напишите код в MatLab для вычисления приближенного решения данной задачи. Используйте явную схему Эйлера со следующими параметрами $\Delta x = 0.1, \Delta t = 0.01$:</p> <p>a) $\alpha = 0, \beta = 2$ b) $\alpha = 0.1, \beta = 0$ c) $\alpha = 0.1, \beta = 2$</p> <p>Решите данную задачу для 3-х разных способов аппроксимации u_x. Что вы наблюдаете? Для задач Коши из п. 1, 4, 7 выполните дискретизацию и напишите скрипт для поиска приближенного решения этих задач.</p> <p>Самостоятельная проверочная работа №7</p> <p>Найти решения задач Штурма-Лиувилля:</p> <ol style="list-style-type: none"> $X'' = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X(0) = X'(1) = 0$ $X'' = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X'(0) = X(1) = 0$ $X'' = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X'(0) = X'(2) = 0$ $X'' = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X(0) = X(\pi) = 0$ $X'' = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X'(0) = X(3) = 0$ $X'' + X' = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X(0) = X(1) = 0$ $X'' - X' = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X'(0) = X'(4) = 0$ $X'' + X' - 2X = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X(0) = X(2) = 0$ $X'' - 2X = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X'(0) = X'(2) = 0$ $X'' + 3X' - 2X = \lambda X, \lambda \in \mathbb{R}, X = X(x); X(0) = X'(4) = 0$ <p>Вычислите интегралы:</p> <ol style="list-style-type: none"> $\int_0^1 x^2 \sin \pi n x dx, n \in \mathbb{N}$ $\int_0^1 \sin 4x \sin \pi n x dx, n \in \mathbb{N}$ $\int_0^1 \sin 4\pi x \sin \pi n x dx, n \in \mathbb{N}$ $\int_0^1 x^2 \cos \pi n x dx, n \in \mathbb{N}$ $\int_0^1 \sin^2 2\pi x \cos \pi n x dx, n \in \mathbb{N}$

5.2. 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

5.3. Промежуточная аттестация:

Форма промежуточной аттестации	Типовые контрольные задания и иные материалы для проведения промежуточной аттестации:
Экзамен: в устной форме по билетам	<p>Билет №1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Методы дискретизации производных первого и второго порядка. 2. Критерий Неймана устойчивости разностных схем. 3. Устная проверка одного из заданий самостоятельных проверочных работ. <p>Билет №2</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Билет №3</p> <ol style="list-style-type: none"> 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.

5.4. Критерии, шкалы оценивания промежуточной аттестации учебной дисциплины/модуля:

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
		100-балльная система	Пятибалльная система
Экзамен	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>Ответ не содержит фактических ошибок и характеризуется глубиной, полнотой, уверенностью суждений, иллюстрируется примерами, в том числе из собственной практики.</p>		5
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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. <p>В ответе раскрыто, в основном, содержание билета, имеются неточности при ответе на дополнительные вопросы.</p>		4
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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, 		3

Форма промежуточной аттестации	Критерии оценивания	Шкалы оценивания	
Наименование оценочного средства		100-балльная система	Пятибалльная система
	<p>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.</p>		
	<p>Обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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

5.5. 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: Самостоятельные проверочные работы		2 – 5
Промежуточная аттестация (Экзамен)		отлично хорошо
Итого за семестр (дисциплину) Экзамен		удовлетворительно неудовлетворительно

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

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.

7. ПРАКТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Практическая подготовка в рамках учебной дисциплины реализуется при проведении практических занятий.

8. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов используются 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.

При необходимости рабочая программа дисциплины может быть адаптирована для обеспечения образовательного процесса лицам с ограниченными возможностями здоровья, в том числе для дистанционного обучения.

Учебные и контрольно-измерительные материалы представляются в формах, доступных для изучения студентами с особыми образовательными потребностями с учетом нозологических групп инвалидов.

Для подготовки к ответу на практическом занятии, студентам с ограниченными возможностями здоровья среднее время увеличивается по сравнению со средним временем подготовки обычного студента.

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.).

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.

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.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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.

10. 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	-

11. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

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

№ пп	Электронные учебные издания, электронные образовательные ресурсы
1.	ЭБС «Лань» http://www.e.lanbook.com/
2.	«Znanium.com» научно-издательского центра «Инфра-М» http://znanium.com/
3.	Электронные издания «РГУ им. А.Н. Косыгина» на платформе ЭБС «Znanium.com» http://znanium.com/
4.	Образовательная платформа «Юрайт» https://urait.ru/
5.	Электронные ресурсы «Polpred.com Обзор СМИ» https://www.polpred.com/
6.	Электронные ресурсы «Национальной электронной библиотеки» («НЭБ») https://rusneb.ru/
Профессиональные базы данных, информационные справочные системы	
1.	Информационно-аналитическая система SCIENCE INDEX (включенная в научный информационный ресурс eLIBRARY.RU) https://www.elibrary.ru/
2.	База данных Springer eBooks Collections издательства Springer Nature. Платформа Springer Link: https://rd.springer.com/
3.	Электронный ресурс Freedom Collection издательства Elsevier https://sciencedirect.com/
4.	База данных научного цитирования Scopus издательства Elsevier https://www.scopus.com/
5.	База данных ORBIT IPBI (Platinum Edition) компании Questel SAS https://www.orbit.com/
6.	База данных Web of Science компании Clarivate Analytics https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search
7.	База данных CSD-Enterprise компании The Cambridge Crystallographic Data Center https://www.ccdc.cam.ac.uk/
8.	Научная электронная библиотека «elibrary.ru» https://www.elibrary.ru/
9.	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 http://zbmath.org/ http://npg.com/

11.2. Перечень программного обеспечения

№п/п	Программное обеспечение	Реквизиты подтверждающего документа/ Свободно распространяемое
1.	Windows 10 Pro, MS Office 2019	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
2.	Microsoft Visual Studio	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
3.	Mathcad	контракт № 18-ЭА-44-19 от 20.05.2019
4.	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