

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет математики и компьютерных наук

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

подпись

« 31 »

Т.А. Хагуров



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Б1.О.37 ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Направление подготовки/специальность	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) / специализация	Математика, Информатика
Форма обучения	Очная
Квалификация	Бакалавр

Рабочая программа дисциплины Б1.О.37 Численные методы составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Программу составил(и):

Д.Г. Сокол, доц. кафедры вычислительной математики и информатики, канд. физ.-мат. н.

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.О.37 Численные методы утверждена на заседании кафедры вычислительной математики и информатики протокол № 16 « 7 » мая 2024 г.

Заведующий кафедрой вычислительной математики и информатики

Гайденко С.В.

фамилия, инициалы

  
\_\_\_\_\_ подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета Математики и компьютерных наук протокол № 3 « 14 » мая 2024 г.

Председатель УМК факультета

Шмалько С.П.

фамилия, инициалы

  
\_\_\_\_\_ подпись

Рецензенты:

Урtenов М.Х., д.-р. физ.-мат.н., профессор, заведующий кафедрой прикладной математики Кубанского государственного университета

Луценко Е.В., д.-р. э.н., канд. тех.н., профессор кафедры компьютерных технологий и систем Кубанского государственного аграрного университета

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Изложить основы численных методов решения основных математических задач на ЭВМ, показать приемы и методы построения дискретных моделей основных задач анализа и дифференциальных уравнений.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Основная задача курса – формирование у студента представлений о численных методах решения задач на ЭВМ. Углубление математического образования и развитие практических навыков в области прикладной математики. Студенты должны быть готовы использовать полученные в этой области знания как при изучении смежных дисциплин, так и в профессиональной деятельности.

Воспитательными задачами курса являются: воспитание самостоятельности, ответственности, умения самостоятельно работать с тематической литературой и решать поставленные задачи средствами MathCAD и Maple.

Выработка навыков использования специализированных математических пакетов как инструмента решения прикладных задач является необходимым требованием в современных условиях, что указывает на актуальность данной учебной дисциплины. Изучение дисциплины сопровождается рассмотрением возможностей программирования пакетов MathCAD и Maple, на которых реализуются изучаемые вычислительные алгоритмы. Прежде всего, это позволяет раскрыть возможности указанных пакетов в плане профессиональной деятельности: как преподавания, так и построения электронных учебных пособий. Кроме того, высока методическая ценность: в отличие от систем программирования Pascal, Delphi, C++ и др., это позволяет сочетать реализацию численных алгоритмов с аналитическими преобразованиями компьютерной алгебры и разнообразным 2-х и 3-х мерным графическим представлением.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина входит в обязательную часть Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана. При освоении материалов курса от обучающегося требуется подготовка по следующим дисциплинам: «Математический анализ», «Линейная алгебра и аналитическая геометрия», «Функциональный анализ», «Дифференциальные уравнения», а также умения и навыки, полученные при освоении курса «Программирование». Данное обстоятельство

свидетельствует о тесной межпредметной связи курса «Численные методы» с остальными дисциплинами.

#### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций: УК-1.2, ОПК-8.1, ПКО-6.2.

Код и наименование индикатора* достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>УК-1</b> Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
ИУК-1.2. Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор	Знает методы поиска и анализа информации
	Умеет применять современные информационные технологии на практике
	Владеет навыками работы с компьютером, навыками использования программных средств
<b>ОПК-8</b> Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	
ИОПК-8.1. Демонстрирует специальные научные знания в том числе в предметной области	Знает основы теории погрешностей и теории приближений, основные численные методы алгебры, методы построения интерполяционных многочленов
	Умеет численно решать уравнения, применяя для этого следствия из теоремы о сжимающих отображениях, использовать основные понятия теории среднеквадратичных приближений для построения элемента наилучшего приближения (в интегральном и дискретном вариантах)
	Владеет методами и технологиями разработки численных методов для задач из следующих разделов: теория аппроксимации, численное интегрирование, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения математической физики
<b>ПКО-6</b> Способен поддерживать самостоятельность, инициативность обучающихся, способствовать развитию их творческих способностей в рамках учебно-исследовательской деятельности	
ИПКО-6.2. Организует различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике; мотивирует обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике	Знает методы численного дифференцирования и интегрирования, методы численного решения дифференциальных уравнений
	Умеет интерполировать и оценивать возникающую погрешность, применять формулы численного дифференцирования и интегрирования, применять методы численного решения дифференциальных уравнений.
	Владеет навыками работы с компьютером, навыками использования программных средств

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Виды работ		Всего часов	Форма обучения	
			очная	
			VII семестр (часы)	
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>46,3</b>	<b>46,3</b>	
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>		44	44	
занятия лекционного типа		22	22	
лабораторные занятия		22	22	
практические занятия				
семинарские занятия				
<b>Иная контактная работа:</b>				
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2	
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3	
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>		<b>17</b>	<b>17</b>	
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям.)		12	12	
Подготовка к текущему контролю		5	5	
<b>Контроль:</b>		<b>44,7</b>	<b>44,7</b>	
Подготовка к экзамену		44,7	44,7	
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>час.</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	
	<b>в том числе контактная работа</b>	46,3	46,3	
	<b>зач. ед</b>	3	3	

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоёмкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 7 семестре (4 курс).

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.	Приближение функций	6	2		2	2
2.	Численное дифференцирование и интегрирование	15	6		6	3

3.	Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Сеточные функции. Метод Эйлера	11	4		4	3
4.	Методы Рунге-Кутты решения систем ОДУ. Применение правила Рунге практической оценки погрешности. Метод Адамса. Проверка существования точного решения по найденному приближенному	7	2		2	3
5.	Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента. Оценка погрешности численных методов решения алгебраических систем. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций, метод Зейделя. Метод прогонки. Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации. Метод Ньютона (метод касательных). Решение системы алгебраических уравнений.	11	4		4	3
6.	Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных (уравнение теплопроводности, волновое уравнение, задача Дирихле для уравнения Пуассона). Явные и неявные разностные схемы. Метод сеток.	11	4		4	3
Итого по разделам дисциплины		61	22		22	17
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2				
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3				
Подготовка к текущему контролю						
Подготовка к экзамену		44,7				
Общая трудоемкость по дисциплине		108				

### 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№ п/п	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1.	Приближение функций	<p>Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ. Приближённые числа и действия с ними.</p> <p>Приближение функций многочленами. Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Интерполяционный полином в форме Ньютона. Кубические сплайны. Метод наименьших квадратов, тригонометрический многочлен. Сглаживание наблюдений.</p>	Проверка домашнего задания
2.	Численное дифференцирование и интегрирование	<p>Численное дифференцирование. Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Оптимальный шаг численного дифференцирования.</p> <p>Численное интегрирование. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Правило Рунге и уточнение по Ричардсону. Метод Монте-Карло.</p>	Проверка домашнего задания
3.	Решение уравнений и систем, методы линейной алгебры	<p>Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителей и обратной матрицы.</p> <p>Обусловленность матрицы линейной системы. Оценка погрешности численных методов решения алгебраических систем.</p> <p>Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций, метод Зейделя. Метод прогонки.</p> <p>Частичные проблемы собственных значений матрицы.</p> <p>Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации.</p> <p>Метод Ньютона (метод касательных). Решение системы алгебраических уравнений.</p>	Проверка домашнего задания
4.	Обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения математической физики	<p>Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Сеточные функции. Метод Эйлера.</p> <p>Методы Рунге-Кутты решения систем ОДУ. Применение правила Рунге практической оценки погрешности.</p> <p>Метод Адамса. Проверка существования точного решения по найденному приближенному.</p> <p>Численные методы решения краевой за-</p>	Проверка домашнего задания

		дачи для дифференциальных уравнений в частных производных (уравнение теплопроводности, волновое уравнение, задача Дирихле для уравнения Пуассона). Явные и неявные разностные схемы. Метод сеток.	
--	--	---	--

### 2.3.2 Занятия семинарского типа (практические / семинарские занятия/ лабораторные работы)

№ п/п	Наименование раздела	Тематика занятий	Форма текущего контроля
1.	Приближение функций	Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ. Приближённые числа и действия с ними. Приближение функций многочленами. Интерполяционный полином в форме Лагранжа. Интерполяционный полином в форме Ньютона. Кубические сплайны. Метод наименьших квадратов, тригонометрический многочлен. Сглаживание наблюдений.	Проверка домашнего задания
2.	Численное дифференцирование и интегрирование	Численное дифференцирование. Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Оптимальный шаг численного дифференцирования. Численное интегрирование. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Правило Рунге и уточнение по Ричардсону. Метод Монте-Карло.	Проверка домашнего задания
3.	Решение уравнений и систем, методы линейной алгебры	Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителей и обратной матрицы. Обусловленность матрицы линейной системы. Оценка погрешности численных методов решения алгебраических систем. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций, метод Зейделя. Метод прогонки. Частичные проблемы собственных значений матрицы. Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации. Метод Ньютона (метод касательных). Решение системы алгебраических уравнений.	Проверка домашнего задания
4.	Обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения математиче-	Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Сеточные функции. Метод Эйлера.	Проверка домашнего задания



	ской физики	<p>Методы Рунге-Кутты решения систем ОДУ. Применение правила Рунге практической оценки погрешности.</p> <p>Метод Адамса. Проверка существования точного решения по найденному приближенному.</p> <p>Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных (уравнение теплопроводности, волновое уравнение, задача Дирихле для уравнения Пуассона). Явные и неявные разностные схемы. Метод сеток.</p>	
--	-------------	--	--

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Работа с лекционным материалом, поиск и анализ литературы и электронных источников информации по заданной проблеме	1. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70767">https://e.lanbook.com/book/70767</a>
2	Изучение теоретического материала к лабораторным занятиям	2. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 243 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/70743">https://e.lanbook.com/book/70743</a>
3	Выполнение домашних заданий	3. Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/54">https://e.lanbook.com/book/54</a>
4	Подготовка к зачету	4. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/378">https://e.lanbook.com/book/378</a> 5. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. — Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/537">https://e.lanbook.com/book/537</a>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)**

В ходе изучения дисциплины предусмотрено использование следующих образовательных технологий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Компетентностный подход в рамках преподавания дисциплины реализуется в использовании интерактивных технологий и активных методов (проектных методик, мозгового штурма, разбора конкретных ситуаций, анализа педагогических задач, педагогического эксперимента, иных форм) в сочетании с внеаудиторной работой.

Информационные технологии, применяемые при изучении дисциплины: использование информационных ресурсов, доступных в информационно-телекоммуникационной сети Интернет.

Адаптивные образовательные технологии, применяемые при изучении дисциплины – для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Интерактивные технологии реализуются следующим образом:

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
7	Лекционные занятия	Дискуссия на тему: «Решение уравнений и систем, методы линейной алгебры»	2
		Круглый стол на тему: «Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений»	2
		Дискуссия на тему: «Методы приближенного решения систем алгебраических уравнений»	2
		Круглый стол на тему: «Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений»	2
		Дискуссия на тему: «Методы приближенного решения систем алгебраических уравнений»	2
		Круглый стол на тему: «Численные методы решения краевой задачи»	4
		Дискуссия на тему: «Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных»	4
<i>Итого:</i>			18

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций со студентом при помощи электронной информационно-образовательной среды ВУЗа.

Сочетаются традиционные образовательные технологии в форме лекции с компьютерными автоматизированными информационными технологиями при выполнении лабораторных работ и проведении контрольных мероприятий (зачета, экзамена).

К **образовательным** технологиям относятся интерактивные методы обучения. Интерактивность подачи материала по дисциплине «Базы данных и системы управления базами данных» предполагает не только взаимодействия вида «преподаватель - студент» и «студент - преподаватель», но и «студент - студент». Все эти виды взаимодействия хорошо достигаются при изложении материала на практических занятиях в ходе дискуссий.

### 3.1. Дискуссия

Возможность дискуссии предполагает умение высказать собственную идею, предложить свой путь решения, аргументировано отстаивать свою точку зрения, связно излагать мысли. Полезны следующие задания: составление плана решения задачи, поиск другого способа решения, сравнение различных способов решения, проведение выкладок для решения задачи и выкладок для проверки правильности полученного решения, рассмот-

рение задач с лишними и недостающими данными, творческие доклады. Студентам предлагается проанализировать варианты решения, обсудить доклад, высказать своё мнение.

Общие вопросы, которые выносятся на дискуссию в ходе практического занятия:

1. Составления плана решения задачи.
2. Поиск различных способов решений задачи.
3. Выбор среди рассматриваемых способов наиболее рационального.
4. Самостоятельное составление студентами опорных заданий по теме, характеризующих глубину понимания студентами соответствующего материала.

### 3.2. Доклад (презентация)

Применение на занятии компьютерных технологий позволяет студентам при рассмотрении определенных тем курса более глубоко освоить некоторые понятия и доказательства утверждений. В этой связи определенные практические занятия преподавателю целесообразно проводить в виде презентации. Также в таком виде на практических занятиях по некоторым темам студенты могут представлять и свои доклады.

## 4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Численные методы».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме тестовых заданий, доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, ролевой игры, ситуационных задач и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

Контроль качества подготовки осуществляется путем проверки теоретических знаний и практических навыков посредством: проверки и приема текущих лабораторных работ и экзамена в конце 7 семестра.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора (в соответствии с п. 1.4)	Результаты обучения (в соответствии с п. 1.4)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИУК-1.2. Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор	Знает методы поиска и анализа информации. Умеет применять современные информационные технологии на прак-	<i>ЛР1</i>	<i>Вопрос на экзамене 3-6</i>

		<p>тике. Владеет навыками работы с компьютером, навыками использования программных средств.</p>		
2	<p>ИОПК-8.1. Демонстрирует специальные научные знания в том числе в предметной области</p>	<p>Знает основы теории погрешностей и теории приближений, основные численные методы алгебры, методы построения интерполяционных многочленов.</p> <p>Умеет численно решать уравнения, применяя для этого следствия из теоремы о сжимающих отображениях, использовать основные понятия теории среднеквадратичных приближений для построения элемента наилучшего приближения (в интегральном и дискретном вариантах).</p> <p>Владеет методами и технологиями разработки численных методов для задач из следующих разделов: теория аппроксимации, численное интегрирование, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, уравнения математической физики.</p>	ЛР2	<p><i>Вопрос на экзамене 8-9</i></p>
3	<p>ИПКО-6.2. Организует различные виды творческой деятельности обучающихся при обучении математике и информатике; мотивирует обучающихся к учебно-исследовательской работе по математике и информатике</p>	<p>Знает методы численного дифференцирования и интегрирования, методы численного решения дифференциальных уравнений.</p> <p>Умеет интерполировать и оценивать возникающую погрешность, применять формулы численного дифференцирования и интегрирования, применять методы численного решения дифференциальных уравнений.</p> <p>Владеет навыками работы с компьютером, навыками использования программных средств.</p>	ЛР3	<p><i>Вопрос на экзамене 11-13</i></p>

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

***Примерный перечень вопросов и заданий***

## Перечень лабораторных работ

- ЛР1. Линейная интерполяция.
- ЛР2. Численное интегрирование.
- ЛР3. Метод Эйлера.
- ЛР4. Краевая задача (обыкновенных дифференциальных уравнений).
- ЛР5. Системы линейных алгебраических уравнений.
- ЛР6. Решение алгебраических уравнений.
- ЛР7. Системы алгебраических уравнений.
- ЛР8. Явная разностная схема.
- ЛР9. Неявная разностная схема.

**Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

## Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Особенности математических вычислений, реализуемых на ЭВМ.
2. Приближённые числа и действия с ними.
3. Приближение функций многочленами. Интерполяционный полином в форме Лагранжа.
4. Интерполяционный полином в форме Ньютона.
5. Кубические сплайны.
6. Метод наименьших квадратов, тригонометрический многочлен.
7. Сглаживание наблюдений.
8. Численное дифференцирование. Простейшие формулы численного дифференцирования. Оценка погрешности. Оптимальный шаг численного дифференцирования.
9. Численное интегрирование. Квадратурные формулы: прямоугольников, трапеций, Симпсона. Правило Рунге и уточнение по Ричардсону.
10. Метод Монте-Карло.

11. Численные методы решения задачи Коши для систем обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ). Аппроксимация, устойчивость, сходимость. Сеточные функции. Метод Эйлера.
12. Методы Рунге-Кутты решения систем ОДУ. Применение правила Рунге практической оценки погрешности.
13. Метод Адамса. Проверка существования точного решения по найденному приближенному.
14. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Прямые методы: Гаусса, Гаусса с выбором главного элемента. Вычисление определителей и обратной матрицы.
15. Обусловленность матрицы линейной системы. Оценка погрешности численных методов решения алгебраических систем.
16. Итерационные методы решения линейных систем. Метод простых итераций, метод Зейделя.
17. Метод прогонки.
18. Частичные проблемы собственных значений матрицы.
19. Методы приближенного решения нелинейных алгебраических уравнений. Метод деления отрезка пополам. Метод простой итерации.
20. Метод Ньютона (метод касательных). Решение системы алгебраических уравнений.
21. Численные методы решения краевой задачи для дифференциальных уравнений в частных производных (уравнение теплопроводности, волновое уравнение, задача Дирихле для уравнения Пуассона). Явные и неявные разностные схемы.
22. Метод сеток. Задача Дирихле. Уравнение Лапласа в конечных разностях.

### Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.

Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.



## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1 Учебная литература

1. Бахвалов, Н.С. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, Н.П. Жидков, Г.М. Кобельков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 639 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70767>
2. Бахвалов, Н.С. Численные методы в задачах и упражнениях [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Бахвалов, А.В. Лапин, Е.В. Чижонков. — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 243 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70743>
3. Волков, Е.А. Численные методы [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/54>
4. Срочко, В.А. Численные методы. Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/378>
5. Демидович, Б.П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон, Э.З. Шувалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/537>
6. Численные методы : : учебное пособие для студентов физ.-мат. спец. вузов // Бахвалов, Николай Сергеевич, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков ; Моск. гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. - 5-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний , 2007. - 636 с. - (Классический университетский учебник). - Библиогр. : с. 624-628. - ISBN 5947746204
7. Калиткин Н.Н. Численные методы. – М.: Наука, 1978. – 512с.
8. Хайрер Э., Нерсетт С., Боннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи. – М.: Мир, 1990. – 512с.
9. Хайрер Э., Боннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Жесткие и дифференциально алгебраические задачи. – М.: Мир, 1999. – 685 с.
10. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.П. Вычислительные методы для инженеров. – М.: Высшая школа, 1994.

11. Каханер Д., Моулер К., Нэш С. Численные методы и программное обеспечение. – М.: Мир, 1998. – 575 с.
12. Марчук Г.И. Методы вычислительной математики. – М.: Наука, 1989. – 608с.
13. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989.
14. Прохоров Г.В., Леденёв М.А., Колбеев В.В. Пакет символьных вычислений Maple V - М.: Петит, 1997.
15. Прохоров Г.В. Пакет символьных вычислений Maple V - М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.
16. Дьяконов В.П. MathCAD 2000: Учебный курс. - СПб.: Питер, 2001.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Университетская библиотека ONLINE».

## **5.2. Периодические издания:**

Периодические издания — не предусмотрены.

## **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

### **Электронно-библиотечные системы (ЭБС):**

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### **Профессиональные базы данных:**

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда

- <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
  11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
  12. Springer Nature Protocols and Methods  
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
  13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
  14. zbMath <https://zbmath.org/>
  15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
  16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
  17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
  18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### **Информационные справочные системы:**

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### **Ресурсы свободного доступа:**

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
<https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"  
<http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов  
(<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы  
[http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy\\_i\\_otvety](http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety)

### **Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:**

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru/>;
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к лабораторным занятиям и зачету. Эти виды самостоятельной работы студентов контролируются в ходе проверки домашних заданий.

Важнейшим этапом изучения курса является самостоятельная работа. Самостоятельная работа студента включает в себя повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовку к лабораторным занятиям, к контрольным работам, к зачету, к экзамену.

Для подготовки к ответам на теоретические вопросы студентам достаточно использовать материал лекций. Весь теоретический материал, необходимый для сдачи экзамена содержится в учебных пособиях из списка основной литературы. В случае затруднений, возникающих у студентов в процессе самостоятельного изучения теории, преподаватель разъясняет сложные моменты на консультациях.

### **Виды самостоятельной работы**

Обязательными при изучении дисциплины являются следующие виды самостоятельной работы:

- самостоятельное решение задач по темам практических занятий;
- разбор и самостоятельное изучение теоретического материала по конспектам лекций и по учебным пособиям из списка источников литературы;
- подготовка к зачету.

Эти виды самостоятельной работы студентов контролируются в ходе проверки домашних заданий, контрольных работ, зачетов и экзамена.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

Для выполнения домашнего практического задания необходимо разобрать материал по соответствующей теме практического занятия. При этом используются указания,

данные преподавателем в ходе занятия, а также теоретический материал, в краткой форме имеющийся в учебных пособиях из списка основной литературы. Если студент не смог понять приведенный в указанных источниках разбор типовых примеров в той степени, чтобы самостоятельно использовать предложенный алгоритм для решения задания, то он может получить консультацию преподавателя.

Вид работы (индивидуальное задание)	Сроки выполнения (недели семестра)	Форма отчетности
ИЗ№1: Программная реализация алгоритмов численных методов (средствами языка Maple): интерполяция функций, численное дифференцирование и интегрирование, задача Коши и краевая задача.	15	Защита
ИЗ№2: Программная реализация алгоритмов численных методов (средствами языка Maple): системы линейных уравнений, нелинейные алгебраические уравнения, уравнения в частных производных.	15	Защита

**ИЗ№1: Программная реализация алгоритмов численных методов  
(средствами языка Maple):  
интерполяция функций, численное дифференцирование  
и интегрирование, задача Коши и краевая задача.**

Ниже перечислены варианты задач, которые необходимо выполнить в системе Maple (или в системе MathCAD) применительно к данным, записанным в виде текстовых файлов (имя файла означает номер варианта). *Номер задачи совпадает с номером варианта данных (номером по списку группы).*

**Задача 1.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$ . Интерполировать  $f(x)$  с помощью многочлена Лагранжа в  $10n$  точках, построить график и сравнить с линейной интерполяцией. *Проверить результат с помощью модуля `plotapprox`.*

**Задача 2.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$ . Интерполировать  $f(x)$  с помощью многочлена Ньютона в  $10n$  точках, построить график и сравнить с линейной интерполяцией. *Проверить результат с помощью модуля `plotapprox`.*

**Задача 3.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$ . Интерполировать  $f(x)$  с помощью кубических сплайнов (со свободными концами) в  $10n$  точках, построить график и

сравнить с линейной интерполяцией. Проверить результат с помощью модуля `nitapprox`.

**Задача 4.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$ . Интерполировать  $f(x)$  с помощью кубических сплайнов (периодических) в  $10n$  точках, построить график и сравнить с линейной интерполяцией. Проверить результат с помощью модуля `nitapprox`.

**Задача 5.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$ . Найти численную производную и построить её график. Проверить результат с помощью оператора `diff`.

**Задача 6.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$ . Найти численную производную с помощью многочлена Лагранжа и построить её график. Проверить результат с помощью оператора `diff`.

**Задача 7.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$ . Найти численную производную с помощью кубического сплайна и построить её график. Проверить результат с помощью оператора `diff`.

**Задача 8.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$  с шумом  $\varepsilon(x)$ ,  $0 \leq x \leq n-1$ , шаг по  $x$  равен 1. Сгладить значения функции и построить её график. Проверить результат с помощью модуля `nitapprox`.

**Задача 9.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$  с шумом  $\varepsilon(x)$ ,  $0 \leq x \leq n-1$ , шаг по  $x$  равен 1. Найти производную от  $f(x)$  и построить её график. Проверить результат с помощью модуля `nitapprox`.

**Задача 10.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$  на некотором отрезке. Найти определённый интеграл по формуле трапеций. Проверить результат с помощью оператора `int`.

**Задача 11.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$  на некотором отрезке. Найти определённый интеграл по формуле Симпсона. Проверить результат с помощью оператора `int`.

**Задача 12.** Дан файл с  $n$  значениями некоторой функции  $f(x)$  на некотором отрезке. Найти определённый интеграл методом Монте-Карло. Проверить результат с помощью оператора `int`.

**Задача 13.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x,y)$ . Найти решения задачи Коши 
$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x,y) \\ y(0) = \text{№варианта} \end{cases}$$
 методом Рунге-Кутты (предиктор-корректор). Проверить результат с помощью оператора `dsolve` или модуля `DEtools`.

**Задача 14.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x,y)$ . Найти решения задачи Коши 
$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x,y) \\ y(0) = \text{№варианта} \end{cases}$$
 усовершенствованным методом Эйлера. Проверить результат с помощью оператора `dsolve` или модуля `DEtools`.

**Задача 15.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x,y)$ . Найти решения задачи Коши

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x, y) \\ y(0) = \text{№варианта} \end{cases} \quad \text{методом Рунге-Кутты (4-го порядка точности). Проверить результат}$$

с помощью оператора *dsolve* или модуля *DEtools*.

**Задача 16.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x,y)$ . Найти решения задачи Коши

$$\begin{cases} \frac{dy}{dx} = f(x, y) \\ y(0) = \text{№варианта} \end{cases} \quad \text{методом Адамса. Проверить результат с помощью оператора } dsolve$$

или модуля *DEtools*.

**Задача 17.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой

$$\begin{cases} \frac{d^2 y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases} \quad \text{разностным методом. Проверить результат с помощью}$$

оператора *dsolve* или модуля *DEtools*.

**Задача 18.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой

$$\begin{cases} \frac{d^2 y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases} \quad \text{методом минимизации невязки (коллокаций). Проверить}$$

результат с помощью оператора *dsolve* или модуля *DEtools*.

**Задача 19.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой

$$\begin{cases} \frac{d^2 y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases} \quad \text{методом минимизации невязки (интегральный МНК).}$$

Проверить результат с помощью оператора *dsolve* или модуля *DEtools*.

**Задача 20.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой

$$\begin{cases} \frac{d^2 y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases} \quad \text{методом минимизации невязки (дискретный МНК).}$$

Проверить результат с помощью оператора *dsolve* или модуля *DEtools*.

**Задача 21.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой

$$\begin{cases} \frac{d^2 y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases} \quad \text{методом минимизации невязки (подобластей). Проверить}$$

результат с помощью оператора *dsolve* или модуля *DEtools*.

**Задача 22.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи  $\begin{cases} \frac{d^2 y}{dx^2} + x \cdot \frac{dy}{dx} + x^2 \cdot y = f(x) \\ y(a) = y(b) = 0 \end{cases}$  методом Галёркина. Проверить результат с помощью оператора *dsolve* или модуля *DEtools*.

**ИЗ№2: Программная реализация алгоритмов численных методов  
(средствами языка Maple):  
системы линейных уравнений, нелинейные алгебраические уравнения,  
уравнения в частных производных.**

Ниже перечислены варианты задач, которые необходимо выполнить в системе Maple (или в системе MathCAD) применительно к данным, записанным в виде текстовых файлов (имя файла означает номер варианта). Номер задачи указывается при выдаче задания и не обязательно совпадает с номером варианта данных (номером по списку группы).

**Задача 1.** Дан файл с матрицей  $A$  размером  $n \times n$  и вектором  $\vec{b}$  размерности  $n=10$ . Решить систему линейных уравнений  $A \cdot \vec{x} = \vec{b}$  методом Гаусса. Проверить результат с помощью модуля *linalg*.

**Задача 2.** Дан файл с матрицей  $A$  размером  $n \times n$ ,  $n=10$ . Найти обратную матрицу к  $A$  методом Гаусса. Проверить результат с помощью модуля *linalg*.

**Задача 3.** Дан файл с матрицей  $A$  размером  $n \times n$ ,  $n=10$ . Найти определитель матрицы  $A$  методом Гаусса. Проверить результат с помощью модуля *linalg*.

**Задача 4.** Дан файл с матрицей  $A$  размером  $n \times n$  и вектором  $\vec{b}$  размерности  $n=10$ . Решить систему линейных уравнений  $A \cdot \vec{x} = \vec{b}$  методом Зейделя. Проверить результат с помощью модуля *linalg*.

**Задача 5.** Дан файл с матрицей  $A$  размером  $n \times n$ ,  $n=10$ . Найти максимальное собственное значение матрицы  $A$ . Проверить результат с помощью модуля *linalg*.

**Задача 6.** Даны выражения 2-х некоторых аналитически заданных функций  $f(x)$ . Найти все решения уравнений  $f(x)=0$  методом Ньютона. Проверить результат с помощью оператора *fsolve*.

**Задача 7.** Даны выражения 2-х некоторых аналитически заданных функций  $f(x)$ . Найти все решения уравнений  $f(x)=0$  методом простых итераций. Проверить результат с помощью оператора *fsolve*.

**Задача 8.** Даны выражения 2-х некоторых аналитически заданных функций  $f(x)$ . Найти все решения уравнений  $f(x)=0$  методом секущих. Проверить результат с помощью оператора *fsolve*.



**Задача 9.** Даны выражения функций  $f_1(x,y)$  и  $f_2(x,y)$ . Найти все решения системы уравнений  $f_1(x,y)=0$  и  $f_2(x,y)=0$  методом Ньютона. Проверить результат с помощью оператора *fsolve*.

**Задача 10.** Даны выражения функций  $f_1(x,y)$  и  $f_2(x,y)$ . Найти все решения системы уравнений  $f_1(x,y)=0$  и  $f_2(x,y)=0$  методом градиентного спуска. Проверить результат с помощью оператора *fsolve*.

**Задача 11.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи 1-го порядка  $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями с помощью явной разностной схемы. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 12.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи 1-го порядка  $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями с помощью неявной разностной схемы. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 13.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи 1-го порядка  $\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями методом дробных шагов. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 14.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи уравнения теплопроводности  $\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями с помощью явной разностной схемы. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 15.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи уравнения теплопроводности  $\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями с помощью неявной разностной схемы. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 16.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи уравнения теплопроводности  $\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями методом дробных шагов. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 17.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи волнового уравнения  $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями с помощью явной разностной схемы. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 18.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи волнового уравнения  $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями с помощью неявной разностной схемы. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 19.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x)$ ,  $a \leq x \leq b$ . Найти решение краевой задачи волнового уравнения  $\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = f(x)$  с однородными граничными и начальными условиями методом дробных шагов. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 20.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x,y)$ . Найти решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x,y)$  с однородными граничными условиями с помощью прямых методов решения сеточных эллиптических уравнений. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 21.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x,y)$ . Найти решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x,y)$  с однородными граничными условиями с помощью итерационных методов решения сеточных эллиптических уравнений. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

**Задача 22.** Дан файл с таблично заданной функцией  $f(x,y)$ . Найти решение задачи Дирихле для уравнения Пуассона  $\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = f(x,y)$  с однородными граничными условиями методом релаксации. Проверить результат с помощью оператора *PDEplot*.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows10, Microsoft Office 2010, MathCAD14, Maple18
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ.	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Microsoft Windows10, Microsoft Office 2010, MathCAD14, Maple18

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возмож-

ностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows10, Microsoft Office 2010, MathCAD14, Maple18</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся</p>	<p>Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows10, Microsoft Office 2010, MathCAD14, Maple18</p>