

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»  
Педагогический институт  
Кафедра функционального анализа

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Т. И. Гущина  
«20» января 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.09.1 Численные методы

Направление подготовки/специальность: 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Профиль/направленность/специализация: Физика и математика

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2018

Тамбов, 2021

**Автор программы:**

Кандидат физико-математических наук, Переславцева Оксана Николаевна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «22» февраля 2018 г. № 125).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры функционального анализа «11» января 2021 г. Протокол № 5

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Педагогического института, Протокол от «20» января 2021 г. № 3.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	11
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	15
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	16
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	18

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-3 Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационно-коммуникационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса

### 1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- педагогический
- проектный

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сфере начального, общего, основного общего, среднего общего образования, профессионального обучения, профессионального образования, в сфере научных исследований)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
- А/01.6 Общепедагогическая функция. Обучение	ПК-3 Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационно-коммуникационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса	Применяет численные методы решения уравнений, систем уравнений, приближения функций, численного интегрирования и дифференцирования функций, решения дифференциальных уравнений, задачи Коши, краевых задач, фундаментальные знания в области численных методов, применяет средства ЭВМ для решения задач, использует алгоритмы решения некоторых задач алгебры и математического анализа, оценивает погрешность методов решения задачи, разрабатывает программы с использованием современных языков программирования

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-3 Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационно-коммуникационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения									
		Заочная (семестр)									
		1	2	4	5	6	7	8	9	10	
1	Информатика	+	+								
2	Информационная безопасность	+	+								
3	Информационные технологии				+	+					

4	Компьютерное моделирование физических процессов			+					
5	Компьютерные сети			+					
6	Педагогическая практика					+	+	+	+
7	Практикум по решению задач элементарной математики				+	+	+	+	
8	Программирование: языки, методы и технологии				+	+			
9	Ресурсы сети Интернет						+		

## 2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Численные методы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 44.03.05 - Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки).

Дисциплина «Численные методы» изучается в 8 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Заочная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	8
Лекции (Лекции)	4
Практические (Практ. раб.)	4
Самостоятельная работа (СР)	60
Зачет	4

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		3	3	3	
8 семестр					

1	Погрешность вычислений.	0,5	0,25	8	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 4 задания. Каждое задание оценивается в 5 баллов. (Выполнение практических заданий)
2	Приближенное решение нелинейных уравнений.	0,5	0,25	6	Защита лабораторной работы (Лабораторная работа)
3	Численное решение систем линейных уравнений.	0,5	0,5	8	Защита лабораторной работы (Лабораторная работа)
4	Решение систем нелинейных уравнений.	0,5	0,5	6	Защита лабораторной работы (Лабораторная работа)
5	Приближение функций: аппроксимация и интерполяция.	0,5	0,5	8	собеседование/опрос
6	Численное дифференцирование и интегрирование.	0,5	0,5	6	Защита лабораторной работы (Лабораторная работа)
7	Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.	0,5	0,5	6	Защита лабораторной работы (Лабораторная работа)
8	Численное решение краевых задач.	0,25	0,5	6	Защита лабораторной работы (Лабораторная работа)
9	Разностные схемы для уравнений с частными производными	0,25	0,5	6	Защита лабораторной работы (Лабораторная работа)

## Лекция.

Погрешность вычислений. Устойчивость и сложность алгоритмов

Приближенные числа. Понятие приближенного числа. Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие и верные цифры числа. Связь относительной погрешности с количеством верных цифр. Погрешности элементарных вычислительных операций: суммы, разности, произведения, частного, степени. Общий подход к оценке погрешностей функций и вычислительных алгоритмов. Представление чисел в памяти ЭВМ. Представление целых чисел в памяти ЭВМ: прямой код, обратный код, дополнительный код. Представление чисел с плавающей запятой: стандарт IEEE754, числа одинарной точности, числа двойной точности. Устойчивость алгоритма. Сложность алгоритма. Асимптотическая сложность алгоритма. Асимптотически ограниченные функции, доминирующие функции, эквивалентные функции.

## Практическое занятие.

Погрешность вычислений. Представление чисел в памяти ЭВМ. Стандарт IEEE754 с одинарной, двойной точностью. Асимптотическая сложность алгоритмов.

## Задания для самостоятельной работы.

Примерные задания.

### 1) Представьте числа в памяти ЭВМ

inta=56, intb= -56, longc=-100.

### 2) Представьте это число F в формате IEEE754-2008 с одинарной, двойной и расширенной точностью, используя следующую последовательность действий:

- перевести число F в двоичную систему счисления,
- нормализовать число F (выделить мантиссу и истинный порядок),
- вычислить характеристику (смещённый порядок) для разных форматов и перевести характеристику в двоичную систему счисления:

- ☐ float: 8-разрядная характеристика = порядок +127 ,
- ☐ double: 11-разрядная характеристика = порядок +1023 ,

### 3) записать результат в виде:

- ☐ float (4 байта) :

31

30 23

22 0

1 разряд (знак числа)

8 разрядов

(характеристика)

23 разряда (мантисса)

### 4) Воспользуйтесь онлайн-сервисом и произведите обратное преобразование из строки б1 (двоичного представления в формате ЧПЗ) в дробное десятичное число и ознакомьтесь с видом «особых» чисел.

### 5) Пользуясь электронными таблицами, протабулировать функцию $y=\sqrt{x}$ на отрезке $[-3; 3]$ с шагом $h = 1$ , построить график данной функции.

### 6) Известно, что $x=A*\sqrt{B}/(C+A)$ , где $A=1,34\pm 0,02$ ; $B=7,98\pm 0,05$ ; $C=52,74\pm 0,1$ . Найти предельную абсолютную погрешность $\Delta x$ функции $x$ .

7) Найти предельную абсолютную погрешность функции  $y=a-b$  при заданных значениях  $A=4\pm 0,01$ ;  $B=7\pm 0,04$ .

8) Найти временную и пространственную сложности алгоритмов

- а) скалярного умножения векторов,
- б) поиск слова в словаре,
- в) сложения и умножения матриц.

## **Тема 2. Приближенное решение нелинейных уравнений. (ПК-3)**

### **Лекция.**

Отделение корней. Графический метод отделения корней. Методы уточнения корней: перебора, дихотомии (половинного деления), касательных (Ньютона), метод хорд, простой итерации. Анализ временной и пространственной сложности методов.

### **Практическое занятие.**

Решить заданное уравнение с точностью 0,5 методами:

1) половинного деления,

2) касательных,

3) хорд.

2. Решить заданное уравнение с точностью 0,001, используя редактор таблиц (например, Excel) методами:

1) половинного деления,

2) касательных,

3) хорд.

Решение представить в виде файла, для каждого метода используйте свой лист.

### **Задания для самостоятельной работы.**

Составить программу для вычисления корней уравнения  $x=2 \sin(x)$  с точностью 0,000001 методом

а) половинного деления, б) методом хорд, в) методом Ньютона.

Исследовать временную сложность алгоритмов экспериментально и сравнить их.

## **Тема 3. Численное решение систем линейных уравнений. (ПК-3)**

### **Лекция.**

Прямые методы решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): метод Гаусса, метод обратной матрицы, правило Крамера. Основная идея и схема реализации метода Гаусса. Алгоритмизация метода Гаусса. Итерационные методы решения СЛАУ: метод простой итерации; метод Зейделя. Метод Якоби. Схема реализации итерационных методов. Контроль сходимости. Анализ временной и пространственной сложности алгоритмов.

### **Практическое занятие.**

Составить программы для решения заданных систем линейных уравнений методом Гаусса, по правилу Крамера. Написать программы на языке Mathpar ( <http://mathpar.cloud.unihub.ru/> ) для решения СЛУ методами Якоби и Зейделя. Для каждого метода:

1. Построить матрицу Р. Выяснить сходимость метода.



2. Написать программу для решения СЛУ, используя матричный способ.

3. Для заданной СЛУ и погрешности  $\epsilon=0,001$  решить задачу.

4. Выполнить проверку.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Составить программы для решения заданных систем линейных уравнений методом обратной матрицы, методом Зейделя.

Составить программы для решения заданных систем линейных уравнений методом обратной матрицы, методом Зейделя.

Составить программы для решения заданных систем линейных уравнений методом обратной матрицы, методом Зейделя.

Составить программы для решения заданных систем линейных уравнений методом обратной матрицы, методом Зейделя.

### **Тема 4. Решение систем нелинейных уравнений. (ПК-3)**

#### **Лекция.**

Метод Ньютона как метод линеаризации исходной задачи. Метод простых итераций. Варианты итерационных схем. Каноническая запись одношаговых итерационных процессов.

#### **Практическое занятие.**

Решить приближенными методами систему нелинейных уравнений, используя электронные таблицы:

- решить систему уравнений с помощью метода Ньютона. Результаты получить с пятью верными знаками. Начальные приближения найти графически;
- решить систему уравнений методом простых итераций.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Решить приближенными методами систему нелинейных уравнений, используя электронные таблицы:

- решить систему уравнений с помощью метода Ньютона. Результаты получить с пятью верными знаками. Начальные приближения найти графически;
- решить систему уравнений методом простых итераций.

### **Тема 5. Приближение функций: аппроксимация и интерполяция. (ПК-3)**

#### **Лекция.**

Понятие об интерполяции и аппроксимации. Линейная и квадратичная интерполяция. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона. Кусочная интерполяция. Аппроксимация по методу наименьших квадратов.

#### **Практическое занятие.**

. Вычислить значения заданной функции  $y_i = f(x_i)$  в узлах интерполяции  $x_i = a + h \cdot i$ , где  $h = (b - a)/10$ ,  $i = 0, 1, \dots, 10$ , на отрезке  $[a, b]$ .

Варианты заданий

Задание 2. Для вычисленной табличной функции составить формулу интерполяционного многочлена Лагранжа. Построить график интерполяционного многочлена  $P$ .

Задание 3. Провести интерполирование заданной функции с помощью интерполяционной формулы Ньютона.

Задание 4. Сравнить полученные в заданиях 2 и 3 интерполяционные многочлены.

Задание 5. Провести кусочно-линейную интерполяцию заданной функции. Построить график полученной функции Q.

Задание 6. Вычислить значения заданной функции  $y = f(x)$  в точке  $x = a + 3/8 (b - a)$  с помощью многочлена P и функции Q. Найдите точность полученных значений.

Указания.

Работу нужно выполнять с использованием различных электронных средств.

Результатом может быть файл xls или pdf.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

С помощью таблицы, содержащей 10 узлов, задана функция  $y=f(x)$ . Требуется:

- а) построить для нее интерполяционный многочлен Лагранжа,
- б) построить для нее интерполяционный многочлен Ньютона,
- в) построить для нее кусочно-линейную интерполяцию,
- г) нарисовать графики полученных полиномов

### **Тема 6. Численное дифференцирование и интегрирование. (ПК-3)**

#### **Лекция.**

Приближенное вычисление производной функции в точке. Понятие о численном интегрировании. Метод прямоугольников и его модификации. Метод трапеций. Метод Симпсона. Точность методов.

#### **Практическое занятие.**

Вычислить определенный интеграл приближенно с точностью 0,001, используя формулу прямоугольников, формулу трапеций и формулу парабол (Симпсона). Работу нужно выполнять с использованием любого электронного средства. Результатом может быть файл xls или pdf.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Вычислить первую и вторую приближенные производные от функции  $f(x)$ .

2. Написать программы для вычисления интеграла от функции  $f(x)$  на отрезке  $[0,4; 1,3]$  с помощью методов прямоугольников, трапеций, Симпсона

### **Тема 7. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений. (ПК-3)**

#### **Лекция.**

Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений.

Метод Эйлера. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка. Сравнение методов.

#### **Практическое занятие.**

Написать программы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью метода Эйлера.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

Написать программы для решения обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью метода Рунге-Кутты 4-го порядка. Сравнить методы Эйлера и Рунге-Кутты.

### **Тема 8. Численное решение краевых задач. (ПК-3)**

#### **Лекция.**

Непосредственная разностная аппроксимация исходной краевой задачи. Линейный случай. Сведение решения линейной краевой задачи к решению задачи Коши. Непосредственная разностная аппроксимация дифференциального уравнения. Нелинейный случай. Метод «пристрелки». Аппроксимация. Устойчивость. Сходимость численного решения задач для дифференциальных уравнений.

### Практическое занятие.

Написать программы для численного решения краевых задач.

1.  $x^2y'' + xy' - y = x^2$ ;  $y(1) = 1.333$ ,  $y'(3) = 3$ .
2.  $y'' + xy' + y = 2x$ ;  $y(0) = 1$ ,  $y(1) = 0$ .

### Задания для самостоятельной работы.

Написать программы для численного решения краевых задач.

1.  $y'' + y \sin x = 0$ ;  $y(0) = 0$ ,  $y(2.2) = 1$ .
2.  $y'' + (x - 1)y' + 3.125y = 4x$ ;  $y(0) = 1$ ,  $y(1) = 1.368$ .
3.  $x^2y'' - 2y = 0$ ;  $y(1) - 2y'(1) = 0$ ,  $y(2) = 4.5$ .

## Тема 9. Разностные схемы для уравнений с частными производными (ПК-3)

### Лекция.

Простые модельные уравнения: уравнение переноса, уравнение теплопроводности или диффузии, волновое уравнение или уравнение малых колебаний, уравнение Пуассона. Задача Коши для уравнения переноса. Краевая задача для уравнения переноса. Краевая задача для уравнения теплопроводности. Краевая задача для системы гиперболических уравнений. Эволюционная задача с двумя пространственными переменными. Формулировка задачи для уравнения теплопроводности. Метод гармоник. Пример применения. Краевая задача для уравнения Пуассона (Задача Дирихле). Разностная схема. Устойчивость разностной схемы для задачи Дирихле. Решение разностных уравнений для задачи Дирихле.

### Практическое занятие.

- 1 Составить разностные схемы для решения задачи Коши для уравнения переноса, краевой задачи для уравнения переноса, краевой задачи для уравнения теплопроводности, краевой задачи для системы гиперболических уравнений.
- 2 Исследовать на устойчивость полученные разностные схемы.
- 3 Решить полученные разностные задачи.

### Задания для самостоятельной работы.

Составить разностную схему для краевой задачи для уравнения. Исследовать устойчивость разностной схемы для задачи Дирихле. Решить полученные разностные уравнения для задачи Дирихле.

## 4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

### 4.1. Распределение баллов:

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

## Защита лабораторной работы (Лабораторная работа)

### Тема 2. Приближенное решение нелинейных уравнений.

Самостоятельная проработка теоретического материала, применение математических алгоритмов, переход от аналитической модели математической задачи к ее алгоритмической модели, реализация алгоритмической модели с помощью систем компьютерной алгебры и электронных таблиц.

### Тема 3. Численное решение систем линейных уравнений.

Самостоятельная проработка теоретического материала, применение математических алгоритмов, переход от аналитической модели математической задачи к ее алгоритмической модели, реализация алгоритмической модели с помощью систем компьютерной алгебры и электронных таблиц.

### Тема 4. Решение систем нелинейных уравнений.

Самостоятельная проработка теоретического материала, применение математических алгоритмов, переход от аналитической модели математической задачи к ее алгоритмической модели, реализация алгоритмической модели с помощью систем компьютерной алгебры и электронных таблиц.  
Консультации с преподавателем.

#### Тема 6. Численное дифференцирование и интегрирование.

Самостоятельная проработка теоретического материала, применение математических алгоритмов, переход от аналитической модели математической задачи к ее алгоритмической модели, реализация алгоритмической модели с помощью систем компьютерной алгебры и электронных таблиц.  
Консультации с преподавателем.

#### Тема 7. Численное решение обыкновенных дифференциальных уравнений.

Самостоятельная проработка теоретического материала, применение математических алгоритмов, переход от аналитической модели математической задачи к ее алгоритмической модели, реализация алгоритмической модели с помощью систем компьютерной алгебры и электронных таблиц.  
Консультации с преподавателем.

#### Тема 8. Численное решение краевых задач.

Самостоятельная проработка теоретического материала, применение математических алгоритмов, переход от аналитической модели математической задачи к ее алгоритмической модели, реализация алгоритмической модели с помощью систем компьютерной алгебры и электронных таблиц.  
Консультации с преподавателем.

#### Тема 9. Разностные схемы для уравнений с частными производными

Самостоятельная проработка теоретического материала, применение математических алгоритмов, переход от аналитической модели математической задачи к ее алгоритмической модели, реализация алгоритмической модели с помощью систем компьютерной алгебры и электронных таблиц.  
Консультации с преподавателем.

### **Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 4 задания Каждое задание оценивается в 5 баллов. (Выполнение практических заданий)**

#### Тема 1. Погрешность вычислений.

контрольная работа

#### **собеседование/опрос**

#### Тема 5. Приближение функций: аппроксимация и интерполяция.

Студент приводит на доске решение какой-либо из предложенных задач, аргументировано показывает эффективность выбранного метода и отвечает на вопросы преподавателя, касающиеся предмета обсуждения

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

#### **Типовые вопросы зачета (ПК-3)**

##### **Типовые вопросы зачета**

1. Приближенные числа. Понятие приближенного числа. Представление чисел в памяти ЭВМ.
2. Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие и верные цифры числа. Связь относительной погрешности с количеством верных цифр.

3. Погрешности элементарных вычислительных операций: суммы, разности, произведения, частного, степени. Общий подход к оценке погрешностей функций и вычислительных алгоритмов.
4. Приближенное решение нелинейных уравнений. Отделение корней. Графический метод отделения корней.
5. Метод дихотомии (половинного деления). Анализ временной и пространственной сложности метода.
6. Метод касательных (Ньютона). Анализ временной и пространственной сложности метода.
7. Метод хорд. Анализ временной и пространственной сложности метода.
8. Метод простой итерации. Анализ временной и пространственной сложности метода.
9. Прямые методы решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): метод Гаусса, метод обратной матрицы, правило Крамера. Анализ временной и пространственной сложности алгоритмов.
10. Основная идея и схема реализации метода Гаусса. Алгоритмизация метода Гаусса. Анализ временной и пространственной сложности алгоритмов.
11. Итерационные методы решения СЛАУ: метод простой итерации; метод Зейделя. Схема реализации итерационных методов. Контроль сходимости. Анализ временной и пространственной сложности алгоритмов.

### **Типовые вопросы экзамена**

1. Приближенные числа. Понятие приближенного числа. Представление чисел в памяти ЭВМ.
2. Источники и классификация погрешностей. Абсолютная и относительная погрешности. Значащие и верные цифры числа. Связь относительной погрешности с количеством верных цифр.
3. Погрешности элементарных вычислительных операций: суммы, разности, произведения, частного, степени. Общий подход к оценке погрешностей функций и вычислительных алгоритмов.
4. Приближенное решение нелинейных уравнений. Отделение корней. Графический метод отделения корней.
5. Метод дихотомии (половинного деления). Анализ временной и пространственной сложности метода.
6. Метод касательных (Ньютона). Анализ временной и пространственной сложности метода.
7. Метод хорд. Анализ временной и пространственной сложности метода.
8. Метод простой итерации. Анализ временной и пространственной сложности метода.
9. Прямые методы решения системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): метод Гаусса, метод обратной матрицы, правило Крамера. Анализ временной и пространственной сложности алгоритмов.
10. Основная идея и схема реализации метода Гаусса. Алгоритмизация метода Гаусса. Анализ временной и пространственной сложности алгоритмов.
11. Итерационные методы решения СЛАУ: метод простой итерации; метод Зейделя. Схема реализации итерационных методов. Контроль сходимости. Анализ временной и пространственной сложности алгоритмов.
12. Решение систем нелинейных уравнений. Метод Ньютона как метод линеаризации исходной задачи.
13. Решение систем нелинейных уравнений. Метод простых итераций. Варианты итерационных схем. Каноническая запись одношаговых итерационных процессов.
14. Понятие об интерполяции и аппроксимации. Линейная и квадратичная интерполяция.
15. Интерполяционный многочлен Лагранжа. Интерполяционный многочлен Ньютона.
16. Кусочная интерполяция.
17. Аппроксимация по методу наименьших квадратов.
18. Приближенное вычисление производной функции в точке.
19. Понятие о численном интегрировании. Метод прямоугольников и его модификации. Метод трапеций.
20. Метод Симпсона. Точность методов.

21. Методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений. Сравнение методов.
22. Метод Эйлера.
23. Метод Рунге-Кутты 4-го порядка.
24. Непосредственная разностная аппроксимация исходной краевой задачи.
25. Линейный случай. Сведение решения линейной краевой задачи к решению задачи Коши. Непосредственная разностная аппроксимация дифференциального уравнения.
26. Нелинейный случай. Метод «пристрелки». Аппроксимация. Устойчивость. Сходимость численного решения задач для дифференциальных уравнений.
27. Простые модельные уравнения: уравнение переноса, уравнение теплопроводности или диффузии, волновое уравнение или уравнение малых колебаний, уравнение Пуассона. Общий метод решения.
28. Задача Коши для уравнения переноса.
29. Краевая задача для уравнения переноса.
30. Краевая задача для уравнения теплопроводности.
31. Краевая задача для системы гиперболических уравнений.
32. Эволюционная задача с двумя пространственными переменными. Формулировка задачи для уравнения теплопроводности.
33. Метод гармоник. Пример применения.
34. Краевая задача для уравнения Пуассона (Задача Дирихле). Разностная схема. Устойчивость разностной схемы для задачи Дирихле.
35. Решение разностных уравнений для задачи Дирихле.

### Типовые задания для зачета (ПК-3)

#### Типовые задания для экзамена

1. Составить программы в системе компьютерной алгебры для численного решения нелинейного уравнения по методу касательных.
2. Составить программы в системе компьютерной алгебры для численного решения нелинейного уравнения по методу хорд.
3. Составить программы в системе компьютерной алгебры для численного дифференцирования функции
4. Составить программы в системе компьютерной алгебры для численного дифференцирования функции.
5. Составить программы в системе компьютерной алгебры для численного интегрирования функции по методу трапеций.

#### 4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено»	ПК-3	Отлично применяет численные методы решения уравнений, систем уравнений, приближения функций, численного интегрирования и дифференцирования функций, решения дифференциальных уравнений, задачи Коши, краевых задач, фундаментальные знания в области численных методов, применяет средства ЭВМ для решения задач, использует алгоритмы решения некоторых задач алгебры и математического анализа, оценивает погрешность методов решения задачи, разрабатывает программы с использованием современных языков программирования.

«не зачтено»	ПК-3	Не применяет численные методы решения уравнений, систем уравнений, приближения функций, численного интегрирования и дифференцирования функций, решения дифференциальных уравнений, задачи Коши, краевых задач, фундаментальные знания в области численных методов, не применяет средства ЭВМ для решения задач, не использует алгоритмы решения некоторых задач алгебры и математического анализа, не оценивает погрешность методов решения задачи, не разрабатывает программы с использованием современных языков программирования.
--------------	------	--

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

### 5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

### 5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

### 5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

#### 5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1 Основная литература:

1. Пименов В. Г. Численные методы в 2 ч. Ч. 1 : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 111 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/454052>
2. Корнеев П. К., Тарасенко Е. О., Гладков А. В. Численные методы : учебное пособие, Часть 1. - Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2017. - 145 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563066>



3. Корнеев П. К., Тарасенко Е. О., Гладков А. В., Дерябин М. А. Численные методы : учебное пособие / Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2018. - 107 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=562830>
4. Пименов В. Г., Ложников А. Б. Численные методы : учебное пособие, 2. - Екатеринбург: Издат Уральского университета, 2014. - 107 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275819>
5. Зенков А. В. Численные методы : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 122 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452695>
6. Гателюк О. В., Исмаилов Ш. К., Манюкова Н. В. Численные методы : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 140 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452912>
7. Численные методы : лабораторный практикум. - Ставрополь: Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. - 107 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457891>
8. Срочко В.А. Численные методы : курс лекций. - СПб. [и др.]: Лань, 2010. - 202 с.

## 6.2 Дополнительная литература:

1. Демидович Б.П., Марон И.А., Шувалова Э.З. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учеб. пособие для вузов. - изд. 5-е, стер.. - СПб. [и др.]: Лань, 2010. - 400 с.
2. Калиткин Н. Н. Численные методы. - Москва: Наука, 1978. - 512 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957>
3. Корнеев, П. К., Тарасенко, Е. О., Гладков, А. В., Дерябин, М. А. Численные методы. Ч.2 : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Численные методы. Ч.2. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. - 107 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/92623.html>  
научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2018. - 92 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=500887>
5. Балабко Л. В., Томилова А. В. Численные методы : учебное пособие. - Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет (САФУ), 2014. - 163 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436331>
6. Батищев, Р. В. Численные методы : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Численные методы. - Липецк: Липецкий государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. - 73 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/88750.html>
7. Вагер, Б. Г. Численные методы : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Численные методы. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 152 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/78584.html>
8. Шевченко, Г. И., Куликова, Т. А. Численные методы : лабораторный практикум. - Весь срок охраны авторского права; Численные методы. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2016. - 107 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/62885.html>

## 6.3 Иные источники:

1. СКА MahtPartner - <http://mathpar.cloud.unihub.ru/>

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

LibreOffice

Microsoft Windows 10

Операционная система Microsoft Windows 10

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
2. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
3. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>

### **Электронная информационно-образовательная среда**

[https://auth.tsutmb.ru/authorize?response\\_type=code&client\\_id=moodle&state=xyz](https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz)

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.