РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ

Факультет физико-математических и естественных наук

**Отчет по лабораторной работе №4**

ПО ДИСЦИПЛИНЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

02.04.02 — Фундаментальная информатика и информационные технологии

Выполнила Коняева Марина Александровна

Студент группы НФИбд-01-21

Студенческий билет №: 1032217044

Москва 2023

**Содержание**

Теоритическое введение и постановка задачи 3

Программный код 5

Вывод программы 6

Вывод пункты 2-3 лабораторной работы №4 8

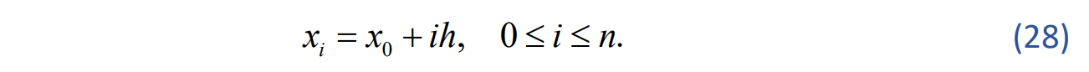
Заключение 10

**Теоретическое введение и постановка задачи**

Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описаниеРассмотрим задачу Коши для дифференциального уравнения первого порядка:

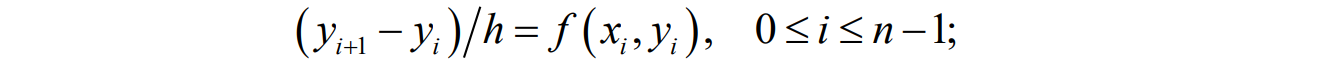
Если функция f (x,u) непрерывна и удовлетворяет условию Липшица по аргументу u в некоторой окрестности начальной точки ( x0, u0), то можно указать такой отрезок [a,b], 0 a≤x≤b , на котором решение задачи (26), (27) u(x) существует и является единственным. Рассмотрим численные методы ее решения.

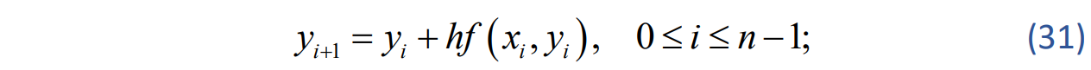
Пусть нам нужно построить решение задачи Коши (26), (27) на отрезке [x0, x0+ l] длины l . Возьмем некоторое целое число n, введем шаг h l n = и образуем на отрезке сетку

Изображение выглядит как текст, Шрифт, снимок экрана, линия

Автоматически созданное описаниеСопоставим задаче (26), (27) на отрезке разностную задачу

Здесь производная u'(x) в уравнении (26) заменена правой разностной производной и сохранено неизменным начальное условие (27).

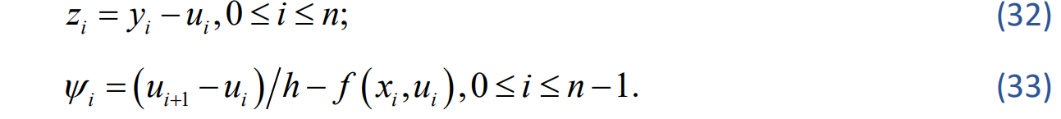
Уравнение (29):

является разностным уравнением первого порядка, которое принято называть схемой Эйлера. Его можно переписать в виде рекуррентного соотношения:

Это позволяет последовательно рассчитать все значения сеточной функции {yi }, решив тем самым задачу (29), (30). Такую разностную схему называют явной. При этом главный вопрос: с какой точностью рассчитанная сеточная функция {yi } дает решение исходной задачи Коши u(x)?

Для ответа на вопрос о точности разностного решения рассмотрим решение задачи (26), (27) в точках сетки (28), получим из функции непрерывного аргумента сеточную функцию {u u x i i = ( )}, и сравним ее с рассчитанной сеточной функцией {yi }. Для этого образуем две сеточные функции — z,ψ :

Первая функция (32) характеризует разницу между рассчитанными числами i y и решением u(x) задачи (26), (27) в точках сетки i x . В соответствии с этим сеточную функцию z называют погрешностью решения. Вторая функция ψ (33) получается в результате подстановки решения дифференциального уравнения (26) в разностное уравнение (29).

Если бы эти уравнения совпадали, то мы получили бы нуль. Но они различаются, и нуля мы не получим. Сеточную функцию ψ , характеризующую степень близости дифференциального и разностного уравнений, называют погрешностью аппроксимации схемы на решении. Установим связь между сеточными функциями z и ψ.

В формуле (35) в обе фигурные скобки добавлена величина f (xi, ui). Добавленные члены входят в соотношение (35) с противоположными знаками и благодаря этому не нарушают равенство. После таких преобразований во вторых фигурных скобках получается величина ψ i.

Для решения данной задачи необходимо сделать:

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, Шрифт, документ

Автоматически созданное описание

**Программный код**

import math  
  
def f(x, y):  
 return y \* math.sin(x)  
  
def eulerMethod(a, b, y0, N):  
 h = (b - a) / N  
 x = a  
 y = y0  
  
 print("x\t\t\t y\t\t\t y\_analytical\t\t error")  
 for i in range(N+1):  
 y\_analytical = math.exp(1 - math.cos(x)) # analytical solution  
 error = abs(y\_analytical - y)  
 print(f"{x}\t\t {y}\t\t {y\_analytical}\t\t {error}")  
 y += h \* f(x, y)  
 x += h  
  
a = 0  
b = 1  
y0 = 1  
N = 32  
  
eulerMethod(a, b, y0, N)  
  
for i in range(2, 101):  
 Delta = [0] \* i  
 h = (b - a) / i  
 x = a  
 y = y0  
  
 for j in range(i):  
 y\_analytical = math.exp(1 - math.cos(x))  
 error = abs(y\_analytical - y)  
 Delta[j] = error  
 y += h \* f(x, y)  
 x += h  
  
 count = sum(1 for e in Delta if e < 0.01)  
 if count == i:  
 print("\nTask#3")  
 print(f"N = {i}")  
 print("error")  
 for e in Delta:  
 print(e)  
 break

**Вывод программы**

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, меню

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дизайн

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дизайн

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, черный

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, дизайн

Автоматически созданное описание

**Вывод пунктов 2-3 лабораторной работы №3**

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, меню

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дизайн

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, дизайн

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как текст, снимок экрана, черный

Автоматически созданное описание

Изображение выглядит как снимок экрана, текст, дизайн

Автоматически созданное описание

**Заключение**

В ходе данной лабораторной работы я реализовала в программе метод Эйлера для численного решения задачи Коши, также вывела таблицу данных значений, а также определила значение N, при котором