

Отчет по лабораторной работе №4

Снопов П.М.

16 мая 2020 г.

3 курс, 3 группа

Лабораторная работа №4

Решение задачи Коши для ОДУ 1-ого порядка методами Рунге-Кутты.

Задача 11; Вариант 3

1. Постановка задачи Решение задачи Коши с заданной точностью с автоматическим выбором максимальной длины шага:

Имеется обыкновенное дифференциальное уравнение $y' = f(x, y)$, где $x \in [A, B]$ с начальным условием $y(C) = y_c$, где $C \in \{A, B\}$. Необходимо численно решить ОДУ с заданной точностью и автоматическим выбором длины шага.

2. Метод решения Решать задачу будем методом Рунге-Кутты второго порядка, для уточнения решения будем пользоваться методом Рунге-Кутты четвертого порядка. Явный метод Рунге-Кутты задается формулами:

$$\begin{aligned} y_{n+1} &= y_n + h \sum_{i=1}^s b_i k_i \\ k_1 &= f(x_n, y_n) \\ k_2 &= f(x_n + c_2 h, y_n + a_{21} h k_1) \\ &\dots \\ k_s &= f(x_n + c_s h, y_n + \sum_{p=1}^{s-1} a_{sp} h k_p) \end{aligned}$$

Где h – величина шага сетки по x .

Для решения данной задачи воспользуемся следующим методом второго порядка:

$$\begin{aligned} y_{n+1} &= y_n + k_2 \\ k_1 &= h f(x_n, y_n) \\ k_2 &= h f(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}k_1) \end{aligned}$$

А для уточнения данной задачи воспользуемся следующим методом четвертого порядка:

$$\begin{aligned} y_{n+1} &= y_n + \frac{1}{6}(k_1 + 2k_2 + 2k_3 + k_4) \\ k_1 &= h f(x_n, y_n) \\ k_2 &= h f(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}k_1) \\ k_3 &= h f(x_n + \frac{1}{2}h, y_n + \frac{1}{2}k_2) \\ k_4 &= h f(x_n + h, y_n + k_3) \end{aligned}$$

Для начала пусть $h := \frac{B-A}{10}$. Далее на каждом шагу определяем рекомендуемую длину шага следующим образом:

$$h_e := \sqrt[4]{\frac{\varepsilon_n}{\varepsilon}} h$$

где $\varepsilon_n := |\hat{y}_n - \tilde{y}_n|$, где \hat{y}_n – значение, полученное методом второго порядка, а \tilde{y}_n – методом четвертого порядка. Далее проводим выбор шага следующим образом:

$$h_n = \begin{cases} h_{min}, & \text{если } h_e < h_{min} \\ h_e, & \text{если } h_{min} < h_e < h_{max} \\ h_{max}, & \text{если } h_e > h_{max} \end{cases}$$

3. Основные процедуры Основные функции, используемые при решении задачи:

def estimate(f: Callable, h: float, x: float, y=0) -> float:

Функция, соответствующая методу Рунге-Кутты второго порядка

def optimize(f: Callable, h: float, x: float, y=0) -> float:

Функция, соответствующая методу Рунге-Кутты четвертого порядка

def get_data(name: str) -> list:

Функция для получения данных

def give_data(X: list, Y: list):

Функция записывающая полученные данные

def solve(f: Callable) -> list:

Основная функция, осуществляющая решение задачи.

3. Графики полученного численного решения и точного

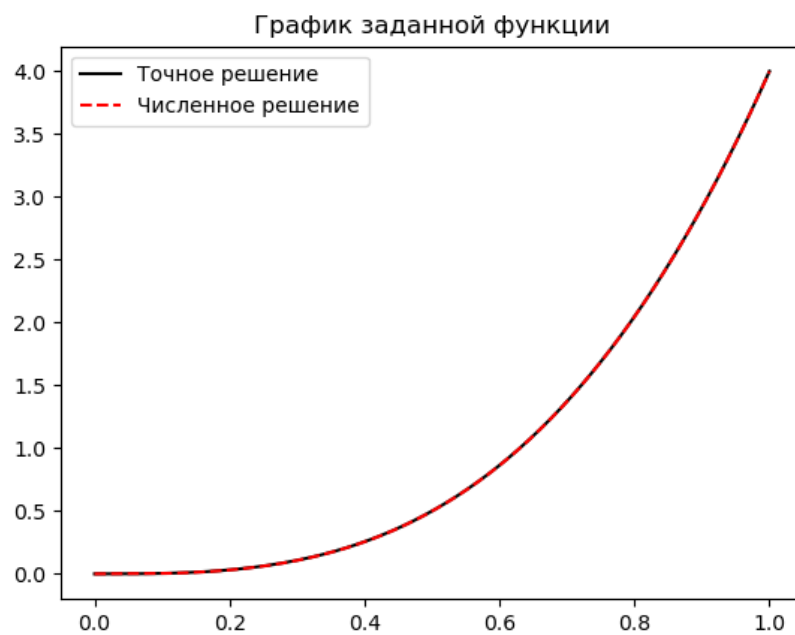


Рис. 1: Графики