**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**"Уфимский государственный авиационный технический университет"**

**Кафедра** Высокопроизводительных вычислительных технологий и систем

**Дисциплина:** Теория разностных схем

**Отчет по лабораторной работе №1**

**Тема:** «**РЕШЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ И КРАЕВЫХ ЗАДАЧ**

**ДЛЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Группа МКН-316 | Фамилия И.О. | Подпись | Дата | Оценка |
| Студент | Муратшин И.И. |  |  |  |
| Принял | Белевцов Н.С. |  |  |  |

**Уфа 2023**

**Цель:** получить навык численного решения задач для обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием различных методов на примере задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка и начально-краевой задачи для обыкновенного дифференциального уравнения второго порядка.

**Задание 1.**

Рассматривается задача Коши для системы уравнений движения материальной точки в потенциальном поле :

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

1. Написать вычислительную программу на языке программирования C++ решения задачи (1) методом Эйлера с постоянным шагом.
2. Исследовать зависимость решения при больших временах от величины шага временной сетки. Построить графики решений для различных значений шага.
3. Выполнить сравнение полученных решений с численным решением в каком-либо математическом пакете, полученным с помощью метода высокого порядка точности (например, Рунге-Кутта 4–5). Построить графики разности решений.

Разностная схема метода Эйлера:

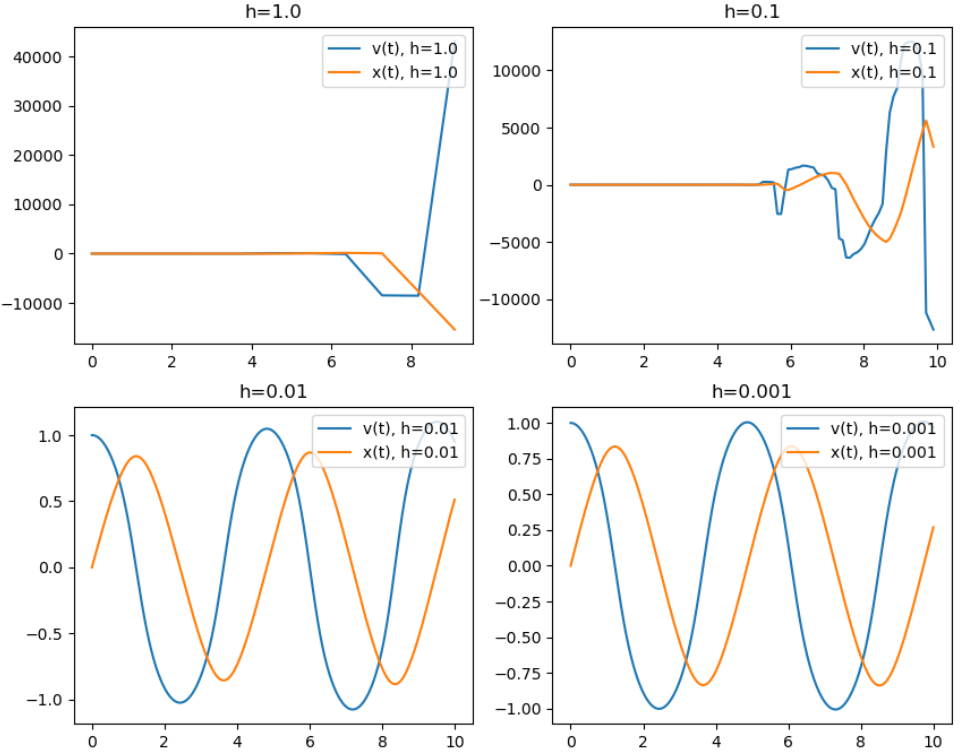
Ниже представлены графики решения с соответствующими шагами, промежуток был выбран .

Рисунок 1 графики решения с соответствующими шагами

Для сравнения расчётов метода Эйлера с методом более высокого порядка был выбран метод РК4 с математического пакета scipy

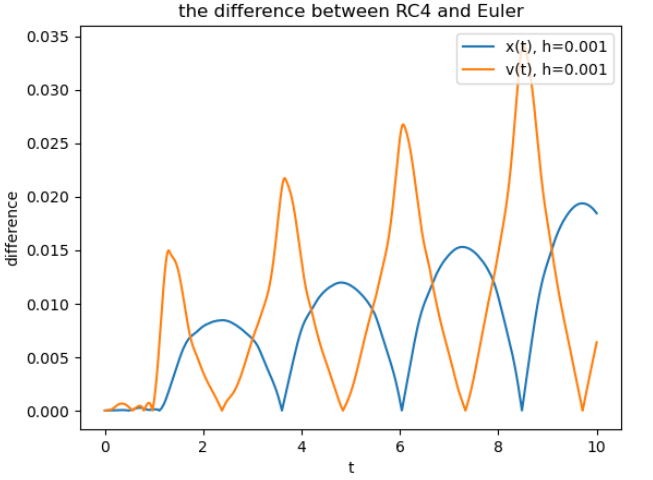


Рисунок 2 разность решении РК4 и Эйлера

**Задание 2.**

1. Написать вычислительную программу на языке программирования C++ решения задачи (1) по явной двухшаговой схеме Адамса с постоянным шагом.
2. Исследовать зависимость решения при больших временах от величины шага временной сетки. Построить графики решений для различных значений шага.
3. Выполнить сравнение полученных решений с решением по методу Эйлера (задача 1) и численным решением в каком-либо математическом пакете, полученным с помощью метода высокого порядка точности (например, Рунге-Кутта 4–5). Построить графики разности решений.

Разностная схема метода Адамса:

Так как метод двухшаговый нужно найти и . Для их поиска был выполнен метод Эйлера.

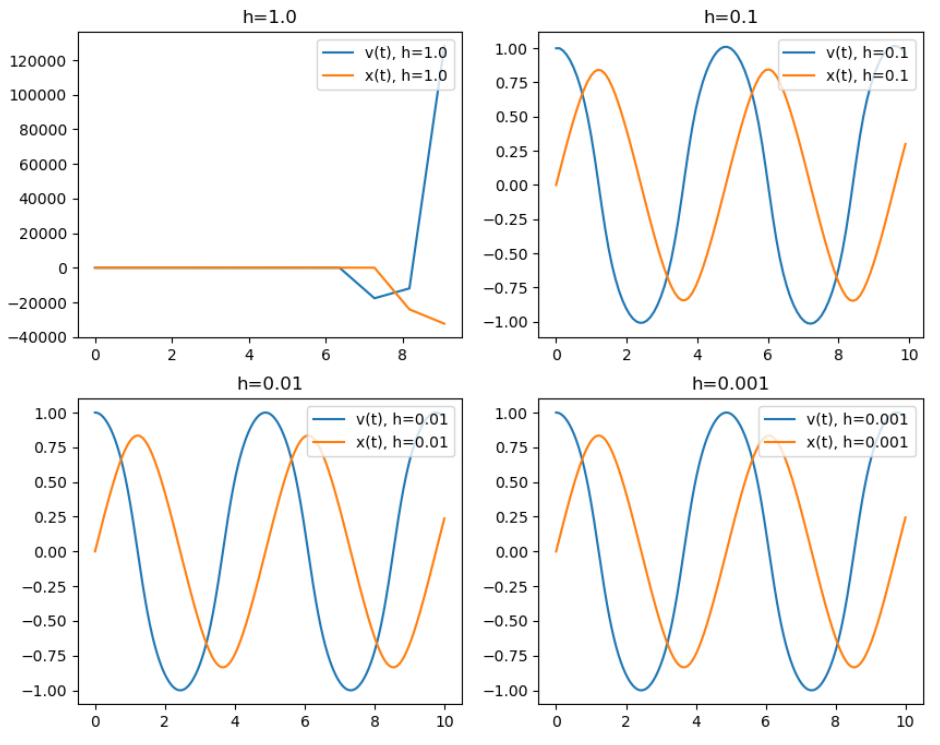


Рисунок 3 график решении

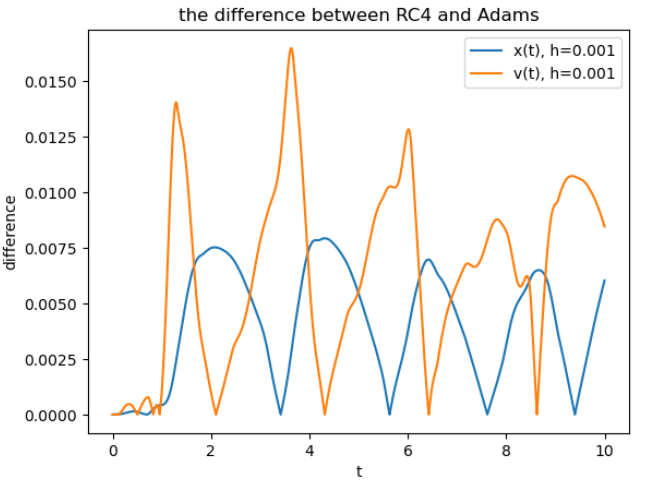


Рисунок 4 разность решении между РК4(scipy) и метода Адамса

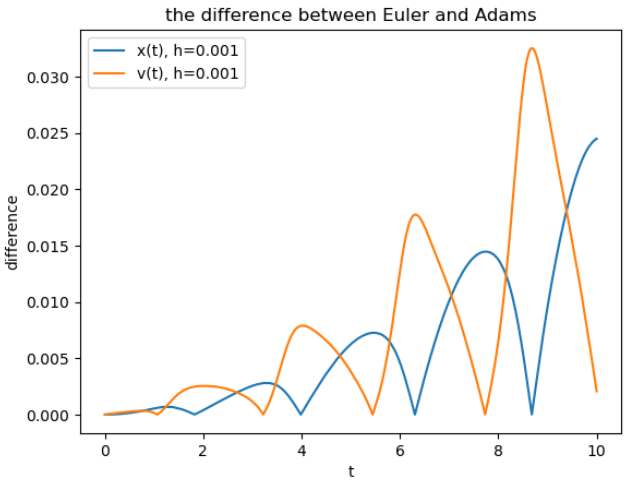


Рисунок 5 график разности решении между методами Эйлера и Адамса

**Задание 3.**

1. Написать вычислительную программу на языке программирования C++ решения задачи (1) методом Рунге-Кутта 4-го порядка.
2. Исследовать зависимость решения при больших временах от величины шага временной сетки. Построить графики решений для различных значений шага.
3. Выполнить сравнение полученных решений с численным решением в каком-либо математическом пакете, полученным с помощью метода высокого порядка точности (например, Рунге-Кутта 4–5). Построить графики разности решений.

Разностная схема:

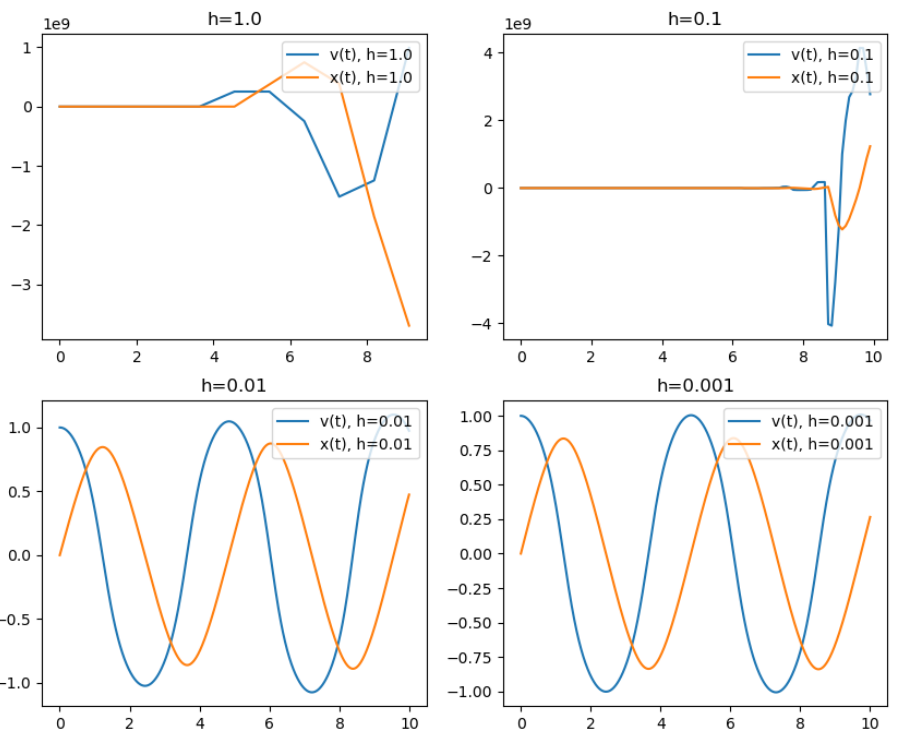


Рисунок 6 график решении метода РК4

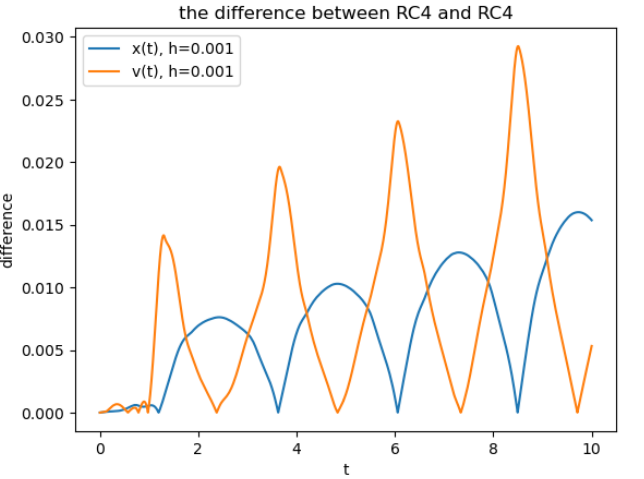


Рисунок 7 график разности решении между методами РК4 и РК4(scipy)

**Задание 4.**

1. Написать вычислительную программу на языке программирования C++ решения задачи (2) конечно-разностным методом с решением получающейся СЛАУ методом прогонки.
2. Исследовать зависимость решения от величины шага сетки. Построить графики решений для различных значений шага.
3. Выполнить сравнение полученных решений с численным решением в каком-либо математическом пакете. Построить графики разности решений.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

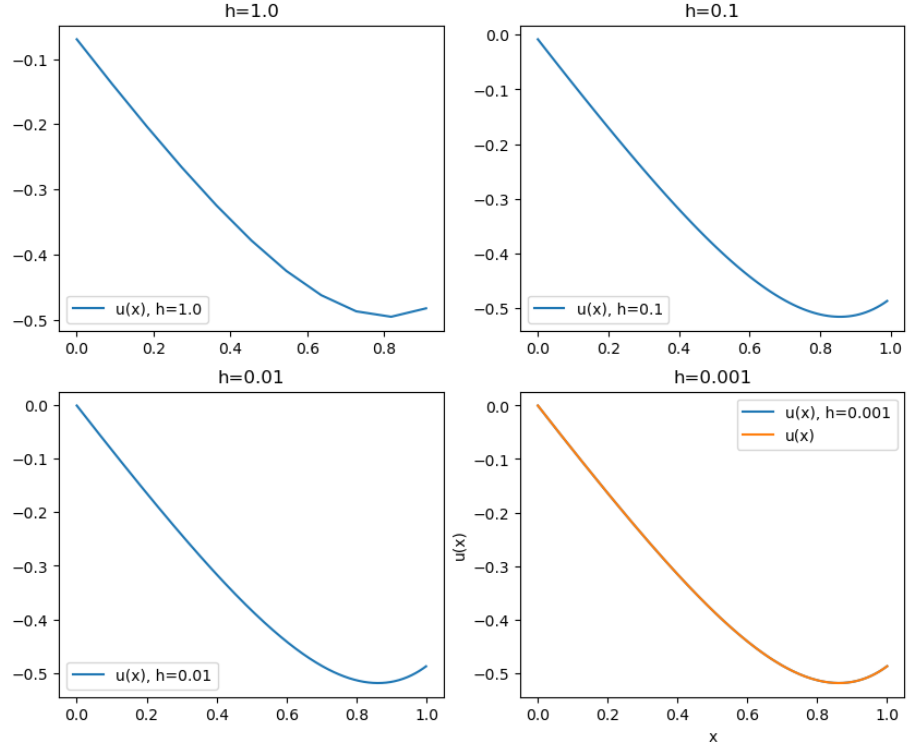


Рисунок 8 график решения с разными шагами

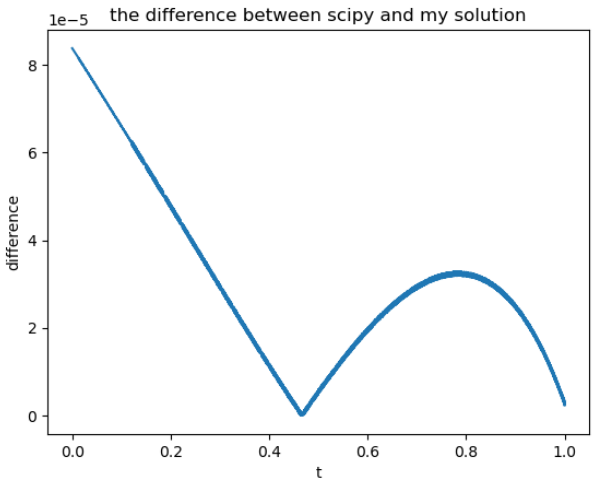


Рисунок 9 разность решения с scipy

**Задание 5.**

1. Написать вычислительную программу на языке программирования C++ решения задачи (2) методом стрельбы (пристрелки). Решение соответствующей задачи Коши выполнить методом Рунге-Кутта 4-го порядка (использовать результаты задачи 3).
2. Выполнить сравнение полученного решения с решением, полученным в задаче 4.

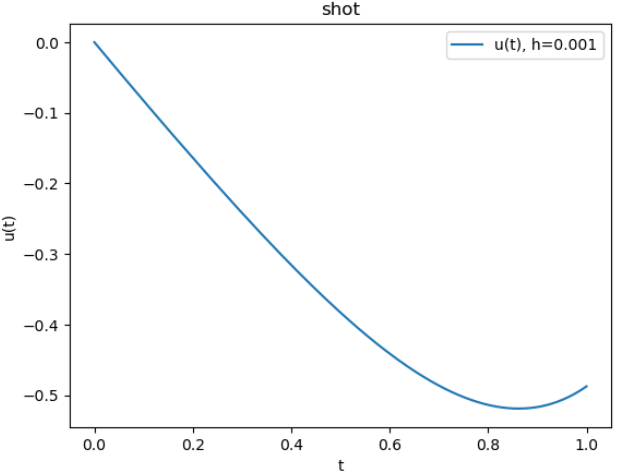


Рисунок 10 график решения метода стрельбы

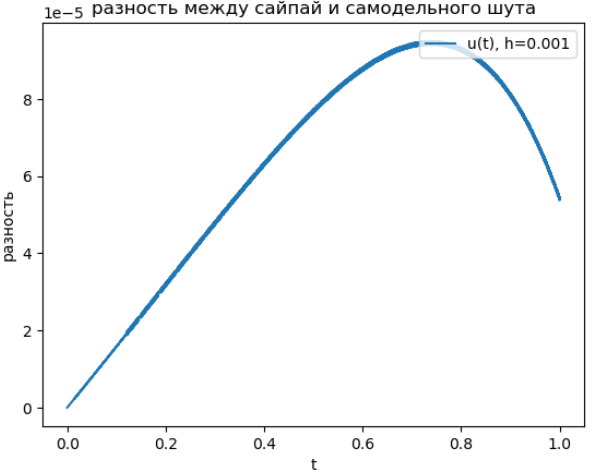


Рисунок 11 разность между метода стрельбы с решением scipy