**Лабораторная работа № 1**

**РЕШЕНИЕ НАЧАЛЬНЫХ И КРАЕВЫХ ЗАДАЧ**

**ДЛЯ ОБЫКНОВЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ**

**Цель работы:** 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.

**Задания на лабораторную работу**

***I. Задача Коши для системы уравнений движения***

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

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

Параметры задачи выбираются в соответствии с индивидуальным заданием (Таблица 1). Перед началом решения задачи необходимо привести ее к безразмерному виду, выбрав подходящие масштабы для всех величин.

***Задача 1 (1 балл).***

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.
4. Проверить применимость правила Рунге и с его помощью повысить точность решения.

***Задача 2 (2 балла).***

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.

***Задача 3 (2 балла).***

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.

***Индивидуальные задания к задаче* (1)**

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | *m* |  |  |  |
| 1 |  | 0 |  |  |
| 2 |  | 0 |  |  |
| 3 |  | 0 |  |  |
| 4 |  | 0 |  |  |
| 5 |  | 0 |  |  |
| 6 |  | 0 |  |  |
| 7 |  | 0 |  |  |
| 8 |  | 0 |  |  |
| 9 |  | 0 |  |  |
| 10 |  | 0 |  |  |
| 11 |  | 0 |  |  |
| 12 |  | 0 |  |  |
| 13 |  | 0 |  |  |
| 14 |  | 0 |  |  |
| 15 |  | 0 |  |  |

**II. Краевая задача для обыкновенного дифференциального уравнения второго прядка**

Решается следующая краевая задача для неоднородного ОДУ второго порядка:

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

Параметры задачи выбираются в соответствии с индивидуальным заданием (Таблицы 2 и 3).

***Задача 4 (3 балла).***

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.

***Задача 5 (2 балла).***

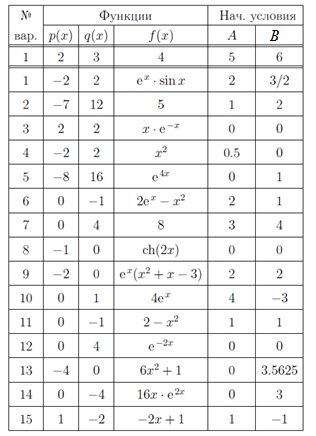
1. Написать вычислительную программу на языке программирования C++ решения задачи (2) методом стрельбы (пристрелки). Решение соответствующей задачи Коши выполнить методом Рунге-Кутта 4-го порядка (использовать результаты задачи 3).
2. Выполнить сравнение полученного решения с решением, полученным в задаче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

***Индивидуальные задания к задаче* (2)**

Таблица 2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта |  |  |  |  |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 6 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 9 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 1 | -1 | 1 | 0 |
| 11 | 1 | -1 | 0 | 1 |
| 12 | 1 | -1 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 0 | -1 | -1 |
| 14 | 0 | 1 | -1 | -1 |
| 15 | 1 | -1 | 1 | -1 |

Таблица 3



**Теоретическая часть**

|  |  |
| --- | --- |
| *Номер задачи* | *Литература* |
| 1 | [1] (Глава V, §1, пп. 1-3),  [3] (Глава 8, §2) |
| 2 | [1] (Глава V, §2),  [2] (Глава VIII, §1, п. 7),  [3] (Глава 8, §5) |
| 3 | [1] (Глава V, §1, п.4),  [2] (Глава VIII, §1, п. 6),  [3] (Глава 8, §2) |
| 4 | [1] (Глава V, §2, п.1),  [2] (Глава VIII, §2, п. 4),  [3] (Глава 9, §1,3,4) |
| 5 | [2] (Глава VIII, §2, п. 2),  [3] (Глава 9, §6) |

1. Самарский А.А. Введение в численные методы.
2. Калиткин Н.Н. Численные методы.
3. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы.

***По каждой решенной задаче в обязательном порядке оформляется отчет. Лабораторная работа считается выполненной, если набрано 6 и более баллов.***