

**Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Санкт-Петербургский национальный исследовательский  
университет информационных технологий, механики и оптики»**

**Факультет программной инженерии и компьютерной техники**

**Лабораторная работа № 6  
Вариант: 11**

Студент гр. Р3213  
Преподаватель

Поленов К.А.

Санкт-Петербург  
2025

## Цель работы

Цель лабораторной работы: решить задачу Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений численными методами.

№ варианта задания лабораторной работы определяется как номер в списке группы согласно ИСУ.

### 1. Порядок выполнения работы

2. В программе численные методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) должен быть реализован в виде отдельного класса /метода/функции;
3. Пользователь выбирает ОДУ вида  $y' = f(x, y)$  (не менее трех уравнений), из тех, которые предлагает программа;
4. Предусмотреть ввод исходных данных с клавиатуры: начальные условия  $y_0 = y(x_0)$ , интервал дифференцирования  $[x_0, x_n]$ , шаг  $h$ , точность  $\varepsilon$ ;
5. Для исследования использовать одношаговые методы и многошаговые методы (см. табл.1);
6. Составить таблицу приближенных значений интеграла дифференциального уравнения, удовлетворяющего начальным условиям, для всех методов, реализуемых в программе;
7. Для оценки точности одношаговых методов использовать правило Рунге;
8. Для оценки точности многошаговых методов использовать точное решение задачи:  $\varepsilon = \max_{0 \leq i \leq n} |y_{i\text{точн}} - y_i|$ ;
9. Построить графики точного решения и полученного приближенного решения (разными цветами);
10. Программа должна быть протестирована при различных наборах данных, в том числе и некорректных.
11. Проанализировать результаты работы программы.

### 3. Варианты задания

Одношаговые методы:

1. Метод Эйлера,
2. Усовершенствованный метод Эйлера,
3. Метод Рунге-Кутты 4- го порядка.

Многошаговые методы (методы предиктор-корректор):

4. Адамса,
5. Милна.

Таблица 1. Варианты задания для программной реализации задачи

№ варианта	Метод	№ варианта	Метод
1	1, 3, 4	16	1, 3, 5
2	2, 3, 5	17	1, 2, 4
3	1, 3, 5	18	1, 3, 5
4	1, 2, 4	19	1, 3, 4
5	2, 3, 5	20	2, 3, 5
6	1, 3, 4	21	1, 3, 4
7	1, 2, 5	22	1, 2, 5
8	2, 3, 4	23	2, 3, 4
9	1, 2, 5	24	1, 3, 4
10	1, 3, 5	25	1, 3, 5
11	2, 3, 4	26	2, 2, 5
12	1, 3, 5	27	1, 3, 4
13	1, 2, 5	28	1, 3, 5
14	2, 3, 5	29	2, 3, 5
15	1, 3, 4	30	1, 2, 4

## Код программы

<https://github.com/bilyardvmetro/CompMathLab6>

## Листинг программы

```
> <4 go setup calls>
ОДУ:
1.  $y + (1 + x) \cdot y^2$ 
2.  $x + y$ 
3.  $\sin(x) - y$ 
4.  $y / x$ 
5.  $e^x$ 

> Выберите ОДУ [1/2/3/4/5]: 3
> Введите первый элемент интервала x0: -4
> Введите последний элемент интервала xp: 4
> Введите количество элементов в интервале n: 8
> Введите y0: 3
> Введите точность eps: 0.001
Усовершенствованный Эйлер:

Для eps = 0.001 использовано n = 2048, шаг h = 0.003906, итераций = 8

у_точн: [точек слишком много, отображение пропущено]

Погрешность (по правилу Рунге): 0.0009188728362555821
График сохранен в файл Усовершенствованный Эйлер.png
-----

Рунге-Кутта 4:

Для eps = 0.001 использовано n = 512, шаг h = 0.015625, итераций = 6

у_точн: [точек слишком много, отображение пропущено]

Погрешность (по правилу Рунге): 0.000736478063975925
График сохранен в файл Рунге-Кутта 4.png
-----
```

Адамс:

Для  $\text{eps} = 0.001$  использовано  $n = 32$ , шаг  $h = 0.250000$ , итераций = 2

$y$ : [3.00000 2.48325 2.03549 1.63516 1.26856 0.92864 0.61318 0.32360 0.06375 -0.16125 -0.34599 -0.48569 -0.57685 -0.61788 -0.60937 -0.55431 -0.45886 -0.32807 -0.17360 -0.00515 0.16610 0.32896 0.47286 0.58853 0.66852 0.70766 0.70335 0.65574 0.56770 0.44462 0.29410 0.12545 ]  
 $y_{\text{точн}}$ : [3.00000 2.48323 2.03547 1.63514 1.26864 0.92879 0.61337 0.32382 0.06399 -0.16100 -0.34575 -0.48545 -0.57664 -0.61769 -0.60921 -0.55419 -0.45797 -0.32802 -0.17359 -0.00517 0.16605 0.32887 0.47276 0.58842 0.66841 0.70755 0.70326 0.65567 0.56765 0.44460 0.29411 0.12549 ]

Погрешность ( $\max|y_{\text{иточн}} - y_i|$ ): 0.0002451938722478897

График сохранен в файл Адамс.png

