Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«**Национальный исследовательский университет ИТМО**»

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

в рамках дисциплины

«Имитационное моделирование робототехнических систем»

Выполнил:
Студент группы R4150 Тамм А.Э.

Санкт-Петербург 2025

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1 Цель работы

Выполнить аналитическое и имитационное моделирование 1D системы по варианту.

2 Задачи

1. Решить аналитически
2. Составить три интегратора на основе явного Эйлера, неявного Эйлера и метода Рунге-Кутты 4 порядка.
3. Сравнить результаты симуляций, сделать выводы.
4. Составить отчёт по результатам работы

3 Исходные данные

Таблица 1 – Исходные параметры

m, kg	k, N/m, Nm/rad	b, N*s/m, Nm*s/rad	l, m	theta_0, rad	x_0, m
0.8	7	0.035	0.61	-1.036757776	0.98

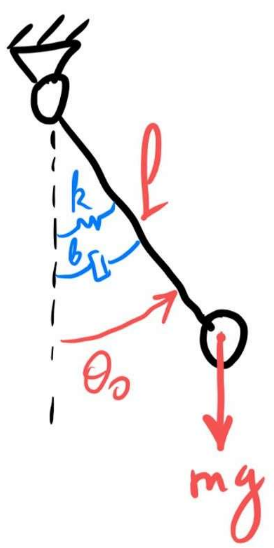

Рисунок 1 – Моделируемая система

4Ход работы

Вектор состояния системы будет описываться совокупностью углового положения и скорости:

$$q = \theta \tag{1}$$

Теперь запишем лагранжиан системы $\mathcal{L}$ как разницу кинетической $\mathcal{K}$ и потенциальной $\mathcal{P}$ энергии системы

$$\mathcal{L}(q, \dot{q}, t) = \mathcal{K}(q, \dot{q}) - \mathcal{P}(q, t) \tag{2}$$

$$\mathcal{K} = \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m l^2 \theta^2 \tag{3}$$

$$\mathcal{P} = mgh + \frac{1}{2} k\theta^2 = mgl - mgl \cdot \cos\theta + \frac{1}{2} k\theta^2 \tag{4}$$

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2} m l^2 \theta^2 - mgl + mgl \cdot \cos\theta - \frac{1}{2} k\theta^2 \tag{5}$$

Также выразим внешние силы:

$$\mathcal{Q} = -b\theta \tag{6}$$

Из уравнения Лагранжа 2-рода получаем:

$$m l^2 \ddot{\theta} + b\theta + k\theta + mgl \cdot \sin\theta = 0 \tag{7}$$

Запишем вторую производную координаты как функцию младших производных:

$$\ddot{\theta} = -\frac{b\theta + k\theta + mgl \cdot \sin\theta}{m l^2} \tag{8}$$

Далее создаем программу для аналитического решения уровня и используем из первой лабораторной работы.

5 Результаты моделирования

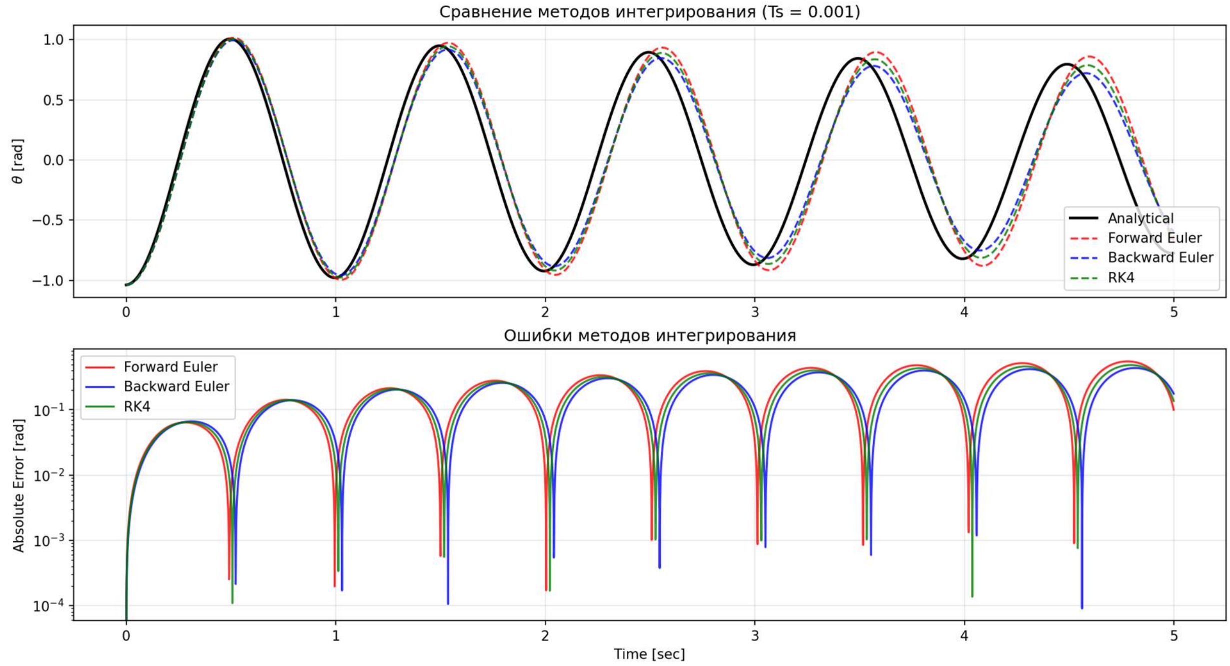

Рисунок 2 – Моделирование при dt 0.001

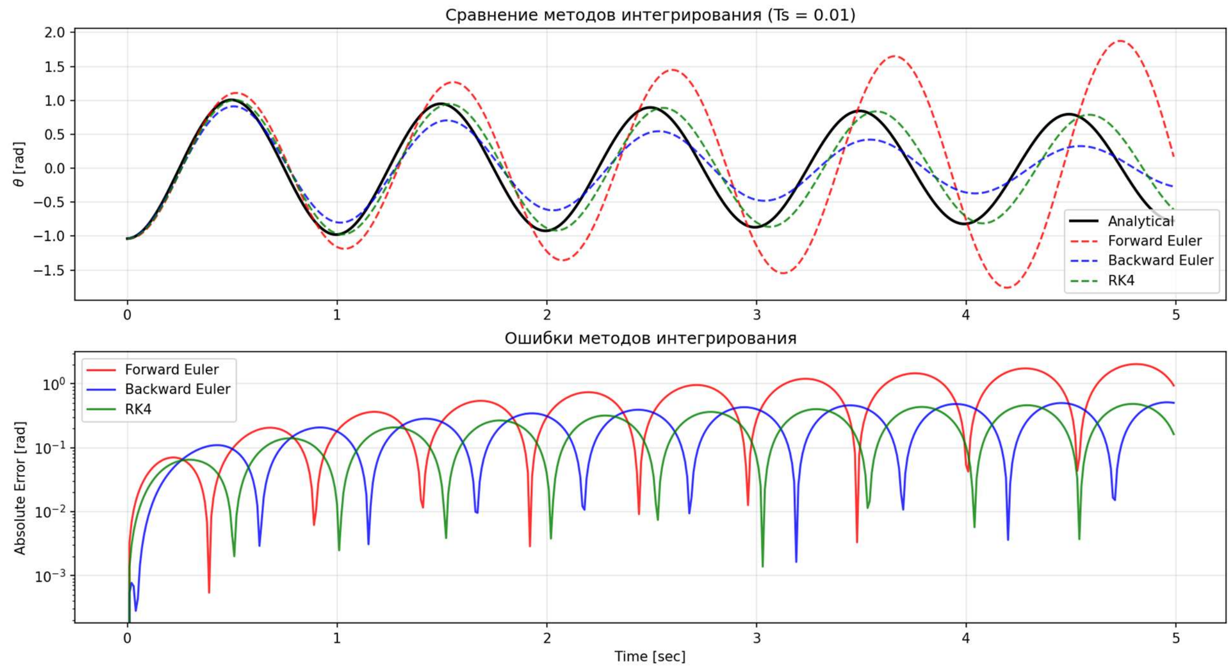

Рисунок 3 – Моделирование при dt 0.01

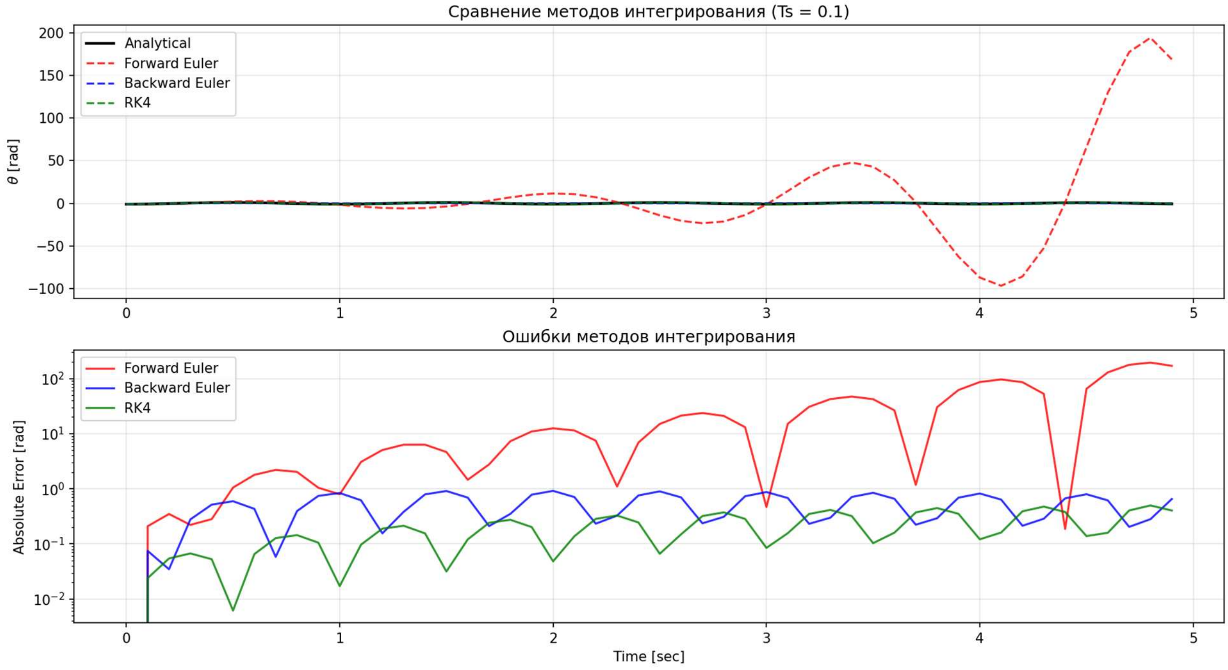

Рисунок 4 – Моделирование при dt 0.1

6 Выводы

В данной работе было получено уравнение и осуществлено решение ОДУ при помощи трёх различных интеграторов. Согласно результатам моделирования, наилучшим образом показал себя интегратор Рунге Кутты. Также можно заметить, что этот интегратор не почти зависит от шага интегрирования.