

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования
«Национальный исследовательский университет ИТМО»
(Университет ИТМО)

Факультет систем управления и робототехники

Лабораторная работа №1
по дисциплине
«Имитационное моделирование робототехнических систем»

Студент:
Группа № R4133с

М. В. Розальский

Преподаватель:

Е. А. Ракин

Санкт-Петербург 2025

Задача: решить $a \cdot \ddot{x} + b \cdot \dot{x} + c \cdot x = d$

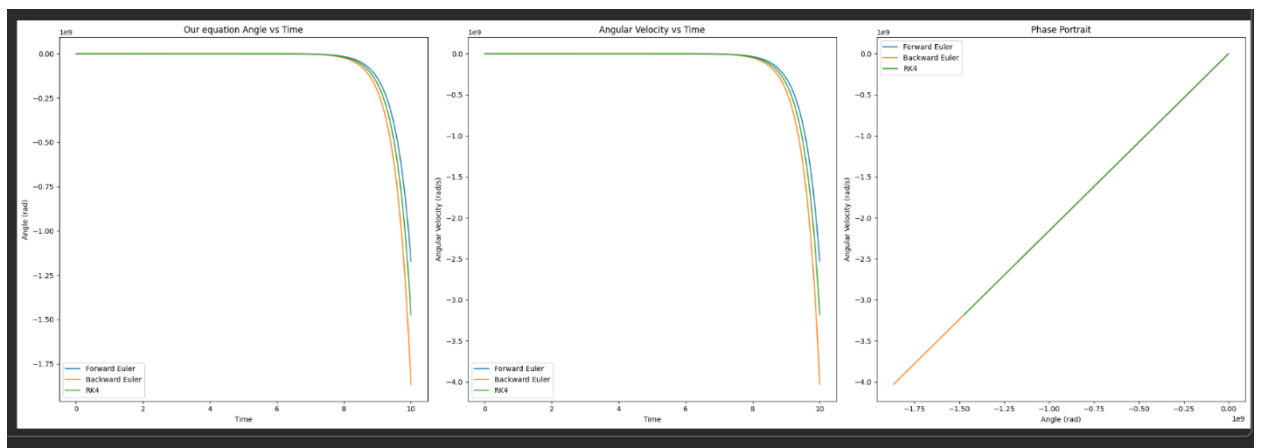
Решение:

Была написана функция

```
def equation_dynamics(x):  
    """  
    Equation dynamics:  $d^2\theta/dt^2 = -1/a * (b * d\theta/dt + c * \theta - d)$   
    State vector  $x = [\theta, d\theta/dt]$   
    """  
  
    a = -1.68  
    b = 0.53  
    c = 6.69  
    d = 9.62  
  
    theta = x[0]  
    theta_dot = x[1]  
  
    theta_ddot = -1/a * (b * theta_dot + c * theta - d)  
  
    return np.array([theta_dot, theta_ddot])
```

Код по отображению содержится в `integrators_task1_IMRS.ipynb`

Давайте рассмотрим графики:



Сравнение с моделью, построенной в Simulink:

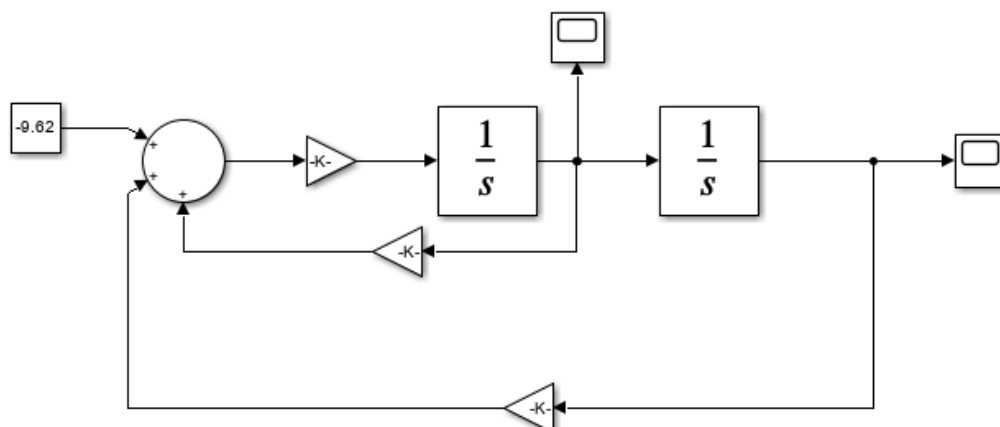


График изменения угла

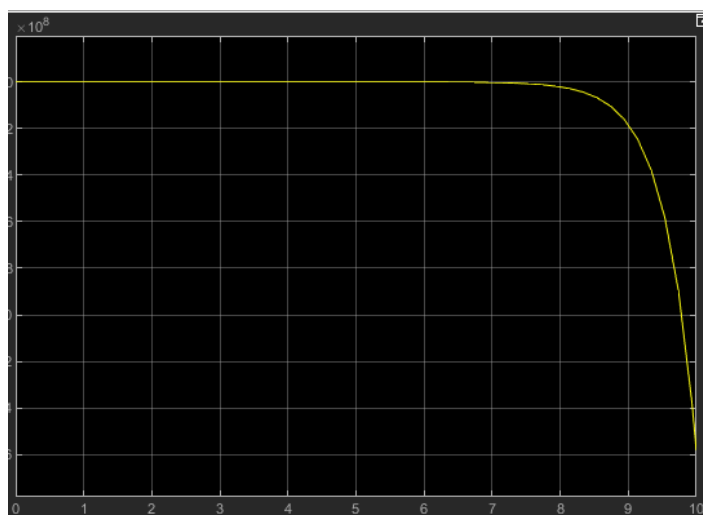
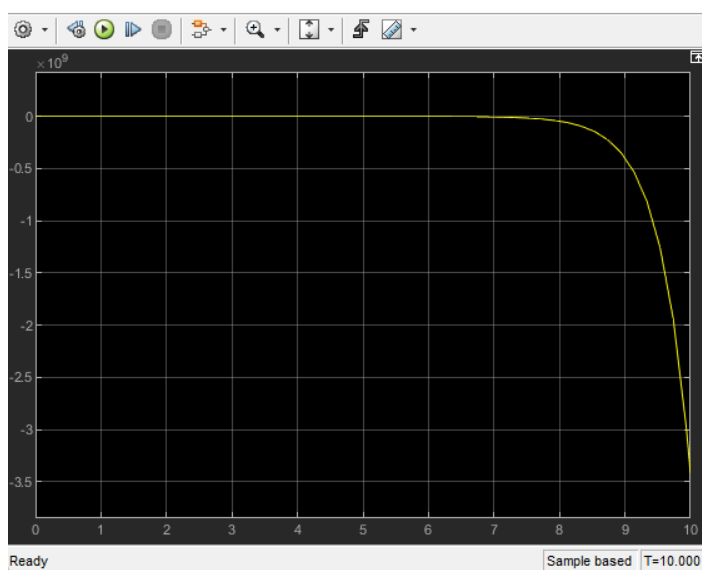


График изменения скорости



Вывод: Проведённое численное моделирование показало, что при отрицательном значении коэффициента **a** система становится неустойчивой.

Вместо нормального затухающего колебания с малой амплитудой, как при $a > 0$, решения отклоняются от равновесия после 8-ой секунды, что выражается в резком падении угла и скорости на графиках.

Интеграторы подтвердили различие в поведении: явный метод Эйлера сильнее подчёркивает расходимость (позднее уменьшается), неявный сглаживает её за счёт численного демпфирования, а метод Рунге–Кутты даёт наиболее физически корректную траекторию.

Следовательно, система при данных коэффициентах теряет устойчивость, что подтверждается результатами всех трёх интеграционных схем.

Также была построена модель для проверки на текущих коэффициентах в Simulink. Результаты неустойчивости аналогичные.