

Министерство образования и науки РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования
«Национальный исследовательский технологический университет
«МИСиС» Кафедра инженерной кибернетики

Лабораторная работа №2
Моделирование линейных динамических систем

по дисциплине
«Математическое моделирование»

Направление подготовки:

01.03.04 Прикладная математика

Выполнил:

Студент группы БПМ-19-2

Комлев Данила Александрович

Проверил:

Доцент кафедры ИК

Добриборщ Дмитрий Эдуардович

Москва, 2021

Задание 1.1 Применив преобразование Лапласа (с нулевыми начальными условиями) найдите передаточную функцию модели:

$$G(s) = \frac{X(s)}{F(s)}$$

Нулевые начальные условия:

$$x(0) = 0; \dot{x}(0) = 0; \ddot{x}(0) = 0$$

$$x(t) \rightarrow X(s)$$

$$\dot{x}(t) \rightarrow SX(s) - x(0) = SX(s)$$

$$\ddot{x}(t) \rightarrow S^2X(s) - sx(0) - \dot{x}(0) = S^2X(s)$$

$$MS^2X(s) + BSX(s) + kX(s) = F(s)$$

$$X(s)(MS^2 + Bs + k) = F(s)$$

$$G(s) = \frac{X(s)}{F(s)} = \frac{1}{MS^2 + Bs + k}$$

Задание 1.2. Перепишите уравнение (1) в форму вход-состояние-выход.

$$M\ddot{x}(t) + B\dot{x}(t) + kt = f(t)$$

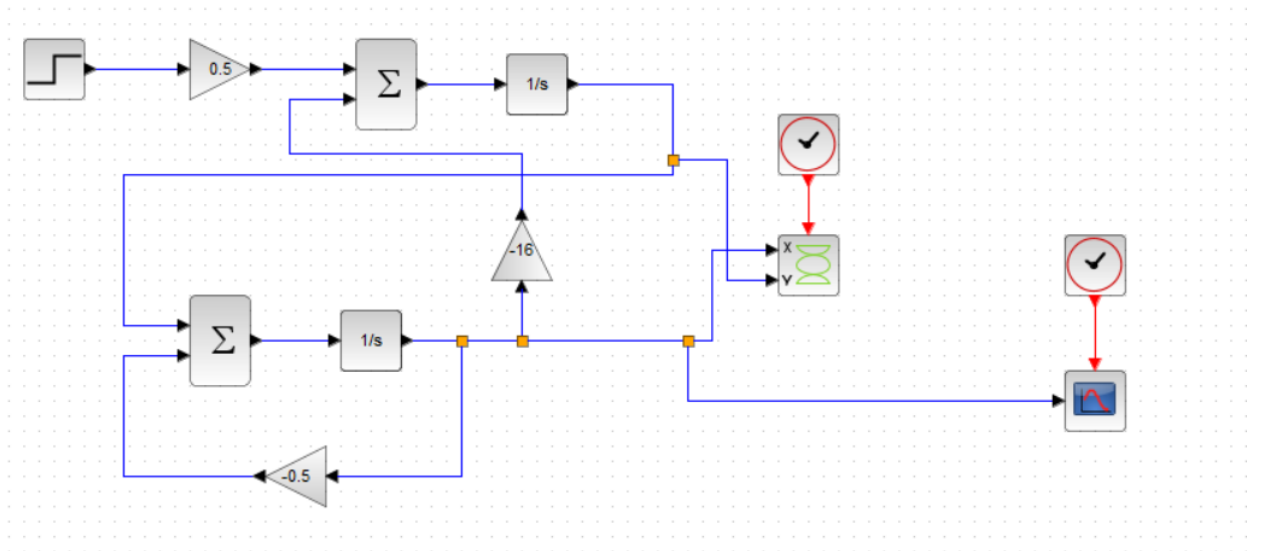
Так как М – масса, она не может быть равной нулю. Тогда разделим на М

$$M\ddot{x}(t) + B\dot{x}(t) + kt = f(t) \mid : M$$

$$\ddot{x}(t) + \frac{B}{M}\dot{x}(t) + \frac{K}{M}t = \frac{1}{M}f(t)$$

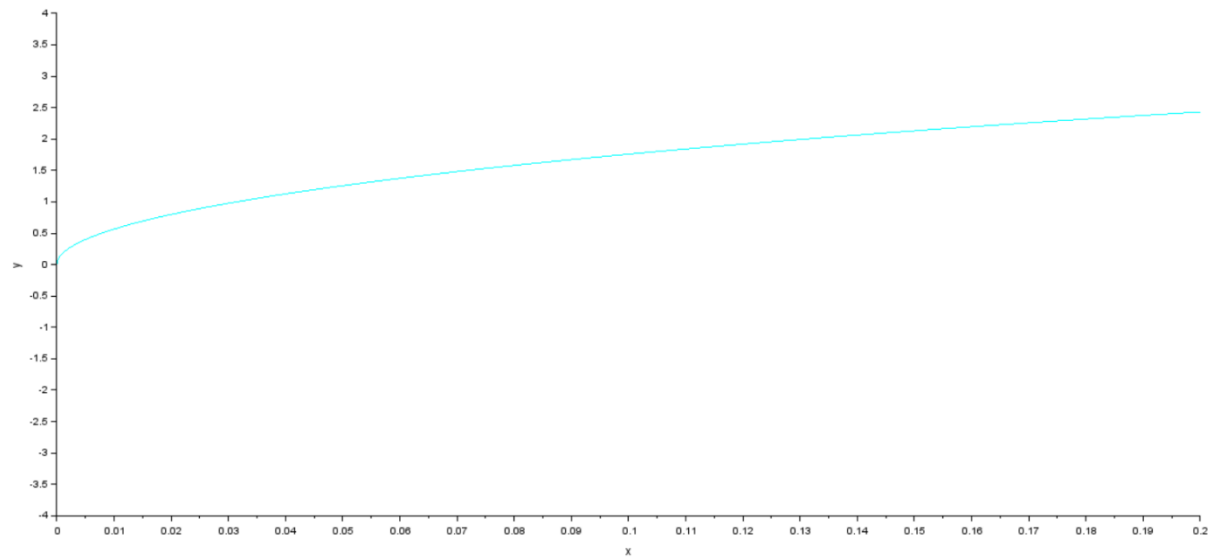
$$A = \begin{bmatrix} -\frac{k}{M} & 1 \\ -\frac{B}{M} & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 1 \\ \frac{1}{M} \end{bmatrix} \quad C = [1 \ 0]$$

Задание 1.3. Составьте структурную схему моделирования, опираясь на уравнение (1) и результат, полученный в Задании 2.

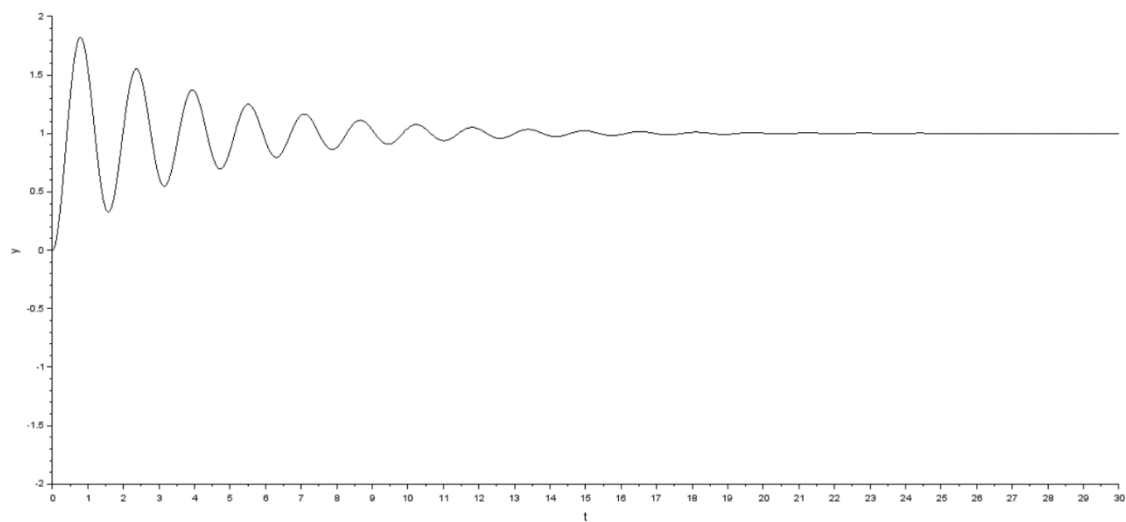


Результаты моделирования:

1. представить график зависимости скорости от положения системы;



2. представить график изменения положения груза во времени.



$$\ddot{\theta} + \frac{B}{m}\dot{\theta} + \frac{g}{l}\sin\theta = 0$$

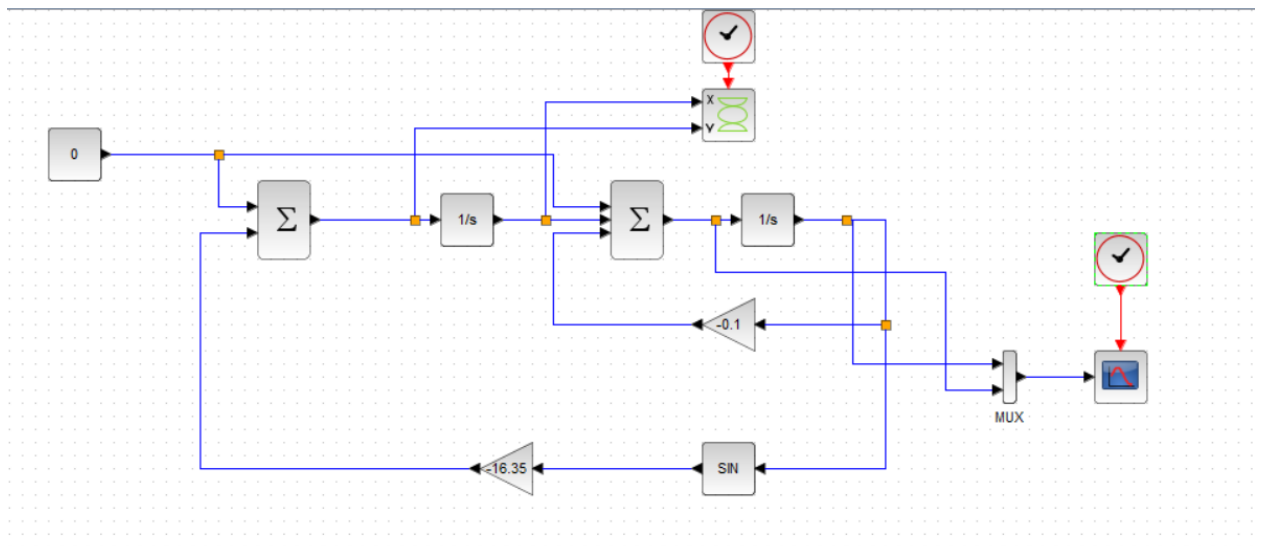
Задание 2.1. Перепишите уравнение (5) в форму вход-состояние-выход.

Так как у нас малые колебания пример $\sin\theta = \theta$

$$\ddot{\theta} + \frac{B}{m}\dot{\theta} + \frac{g}{l}\theta = 0$$

$$A = \begin{bmatrix} -\frac{B}{m} & 1 \\ -\frac{g}{l} & 0 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad C = [1 \ 0]$$

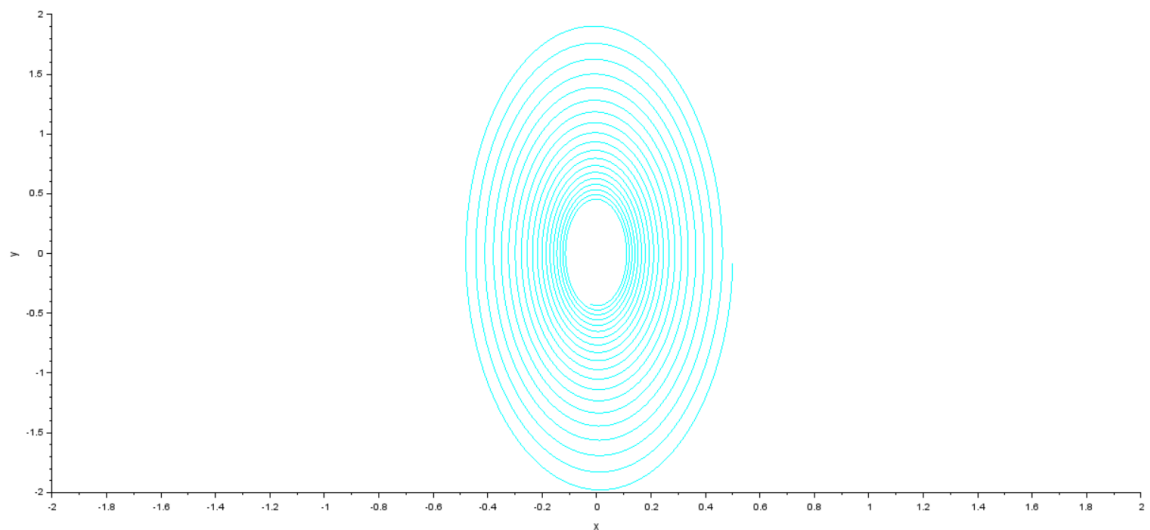
Задание 2.2. Составьте структурную схему моделирования, опираясь на уравнение (1) и результат, полученный ранее.



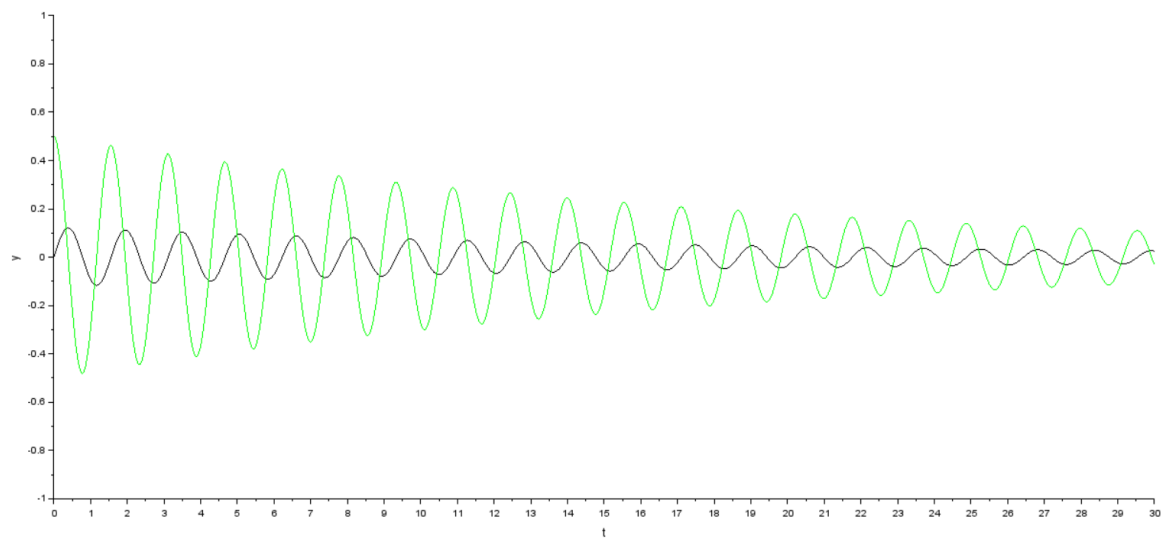
Задание 2.3. Выполните моделирование в пакете MATLAB/Simulink (Scilab). Исходные данные. Масса смещена от положения равновесия на 0.5 радиана в момент времени $t = 0$. Масса $m = 0.5$ кг, длина стержня $l = 0.6$ м а ускорение свободного падения $-9,81$ м / с². Будем рассматривать два случая коэффициента трения:

$$B = 0.05 \text{ кг-с/м};$$

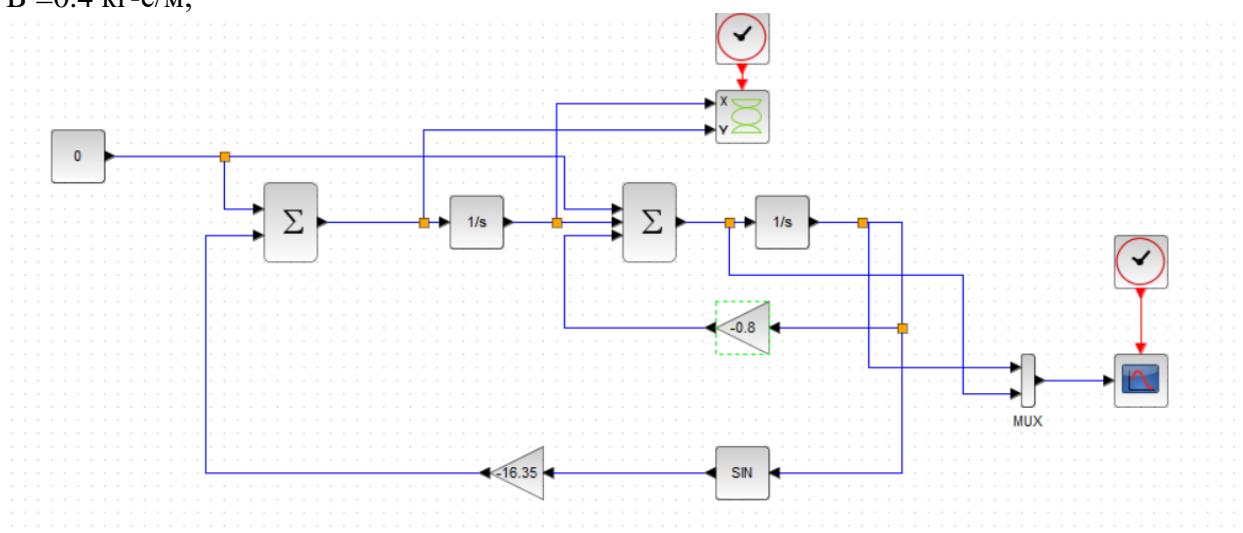
1. Зависимость скорость от смещения:



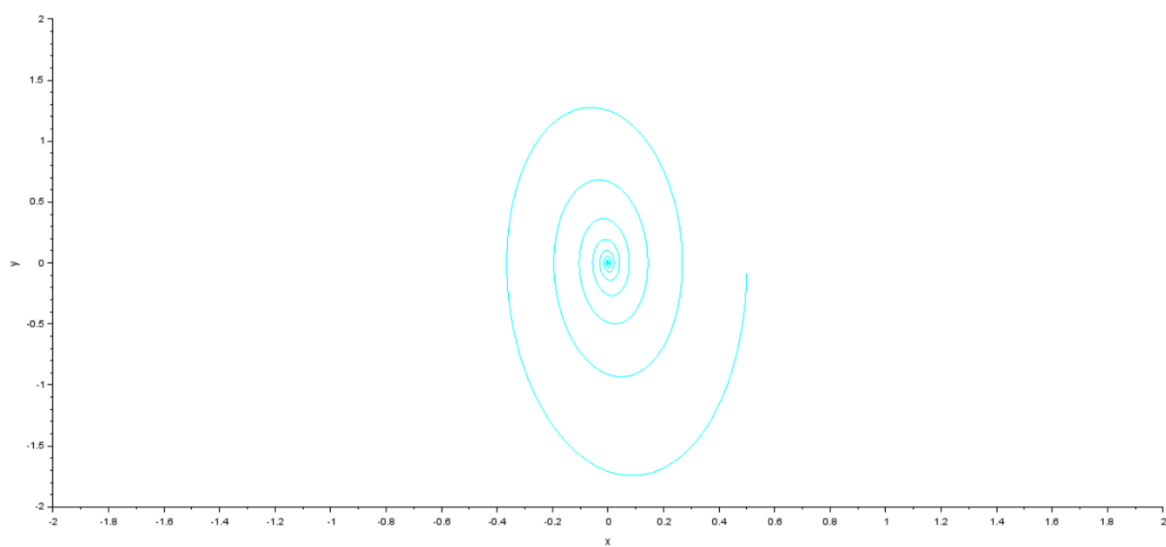
2. Угол и скорость:



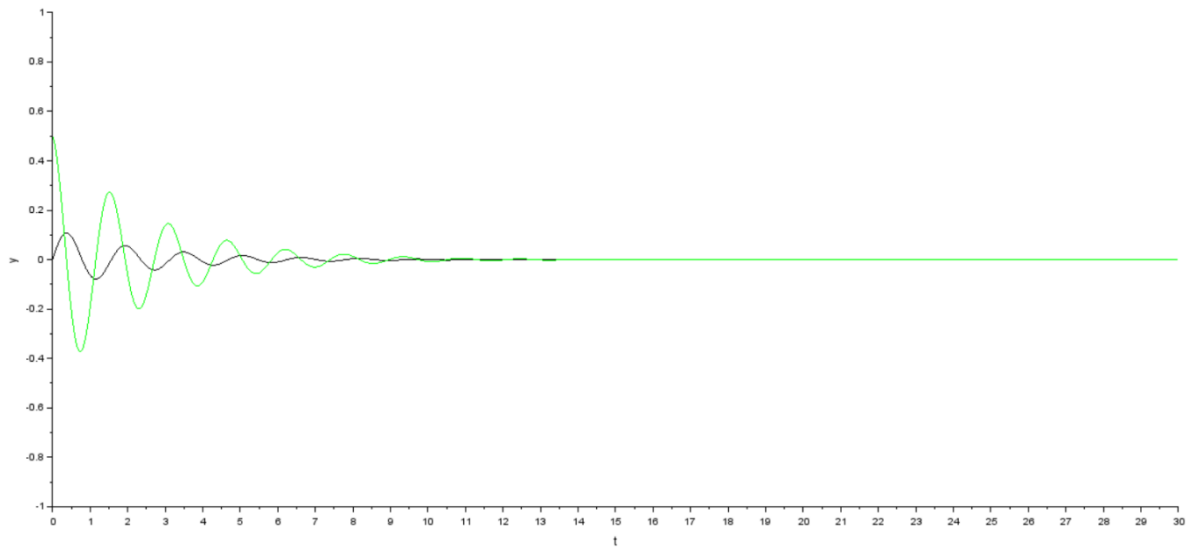
$B = 0.4 \text{ кг-с/м};$



1. Зависимость скорость от смещения:



2. Угол и скорость:



Вывод:

Я ознакомился с основами Simulink, среды графического моделирования, моделирования и создания прототипов, широко используемой в промышленности. Получил математическую модель для физической системы физической системы, получил структурную схему моделирования для результирующих дифференциальных уравнений, а также получил реакцию системы на единичный скачок и исследовал влияние демпфирования на реакцию системы