

*Национальный исследовательский университет ИТМО   
(Университет ИТМО)*

*Факультет систем управления и робототехники*

Дисциплина: Нелинейные системы управления

**Отчет по выполнению задания №3.**

Студент:

*Евстигнеев Д.М.*

Группа: *R34423*

Преподаватель:

*Зименко К.А.*

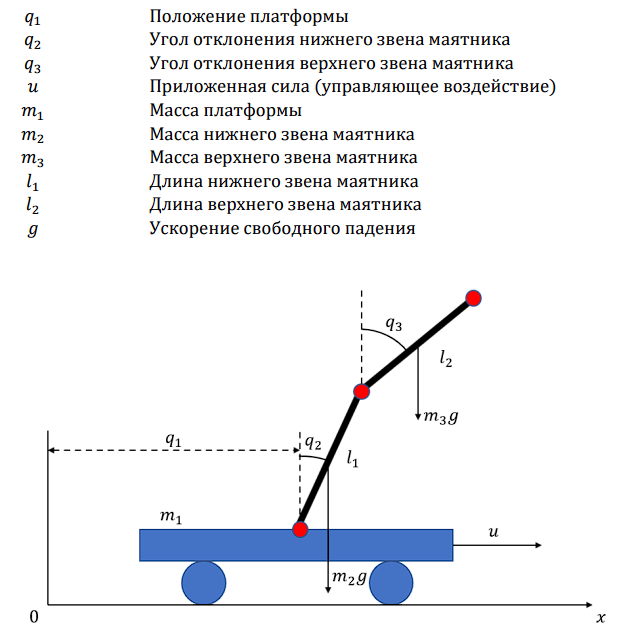
Санкт-Петербург

2022

**Задача:**

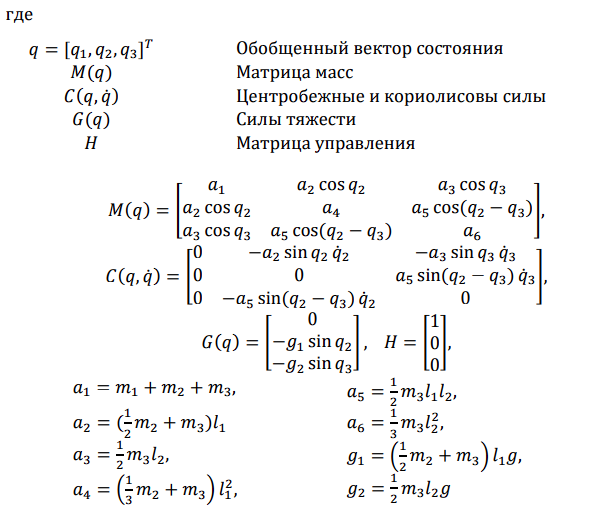
Линеаризовать систему двойного перевернутого маятника на подвижной платформе и синтезировать стабилизирующее линейное управление.

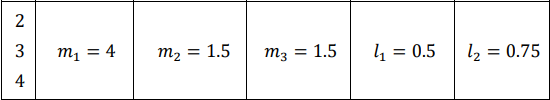
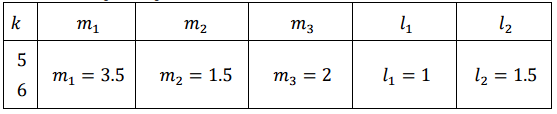
**Дано:**



Динамика системы описывается уравнением:

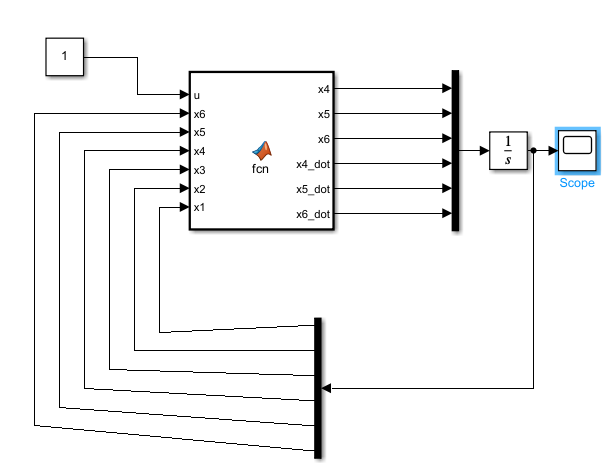






**Выполнение:**

1. Пусть все переменные измеримы. Выбрав вектор состояния представим систему форме ВСВ и промоделируем с входным воздействие



*Рисунок 1 - Модель системы*

function [x4, x5, x6,x4\_dot, x5\_dot,x6\_dot] = fcn (u, x6, x5, x4, x3, x2, x1)

m1=4;

m2 = 1.5;

m3 = 1.5;

l1 = 0.5;

l2 = 0.75;

g = 9.8;

a1=m1+m2+m3;

a2 = (m2/2+m3)\*l1;

a3 = m3\*l2/2;

a4 = (m2/3+m3)\*l1^2;

a5 = m3\*l1\*l2/2;

a6 = m3\*l2^2/3;

g1= (m2/2+m3)\*l1\*g;

g2=m3\*l2\*g/2;

M = [a1 a2\*cos(x2) a3\*cos(x3);

a2\*cos(x2) a4 a5\*cos(x2-x3);

a3\*cos(x3) a5\*cos(x2-x3) a6];

C = [0 -a2\*sin(x2)\*x5 -a3\*sin(x3)\*x6;

0 0 a5\*sin(x2-x3)\*x6;

0 -a5\*sin(x2-x3)\*x5 0];

G = [0;-g1\*sin(x2);-g2\*sin(x3)];

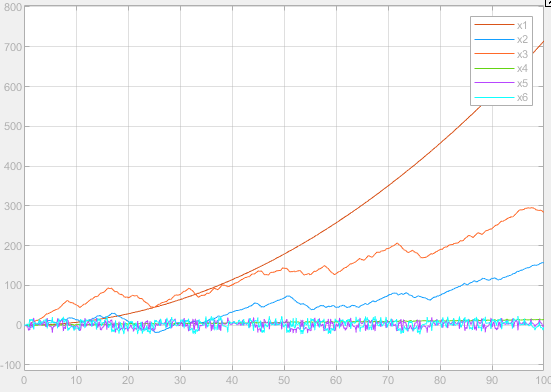
H = [1;0;0];

f = inv(M)\*(-C\*[x4;x5;x6]-G)+inv(M)\*H\*u;

x4\_dot= f(1);

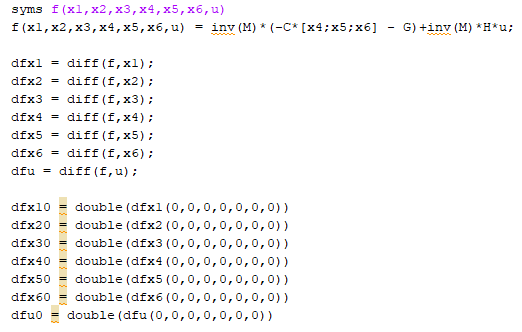
x5\_dot= f(2);

x6\_dot= f(3);



*Рисунок 2 График вектора состояния системы*

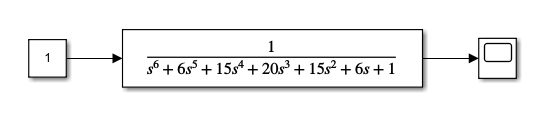
1. Линеаризуем систему в положении ,



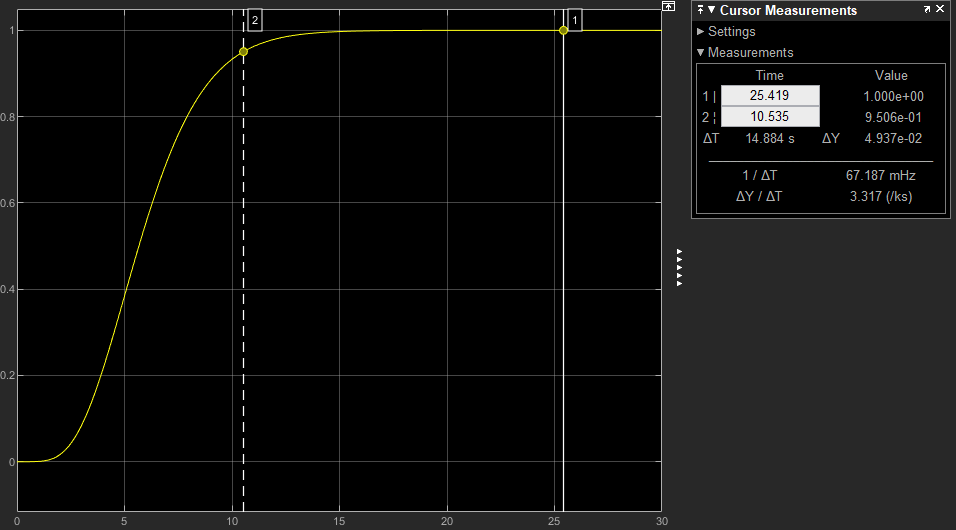
1. Синтезируем стабилизирующее линейное управление c 0% перерегулированием для полученной линейной системы.

Так как перерегулирование равно 0% воспользуемся полиномом Ньютона 6 порядка.

Определим время переходного процесса нормированной переходной функции 6 порядка



*Рисунок 3 - Схема моделирования*

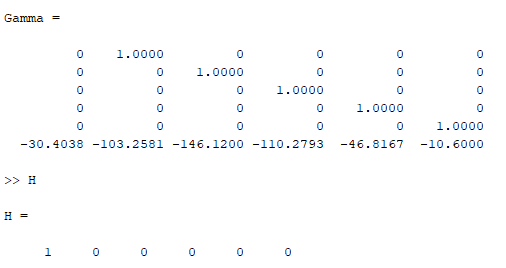


*Рисунок 4 - График нормированной переходной функции*

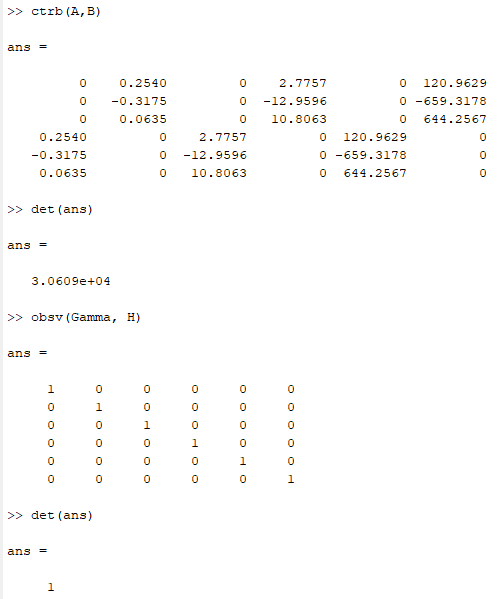
, так как желаемое время переходного процесса не задано по условию, выберем его равным

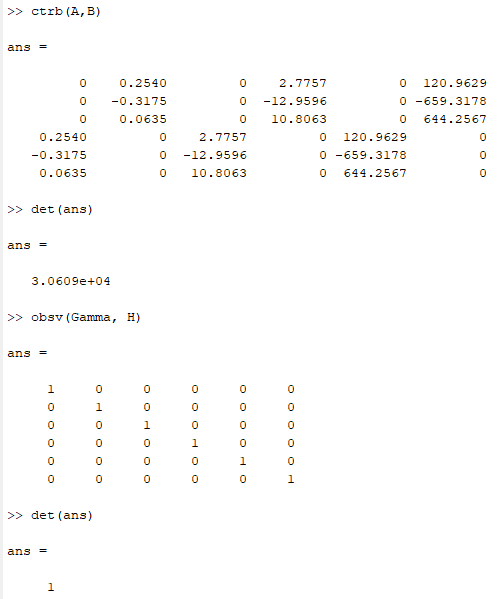
Тогда можем посчитать значение параметра и получим характеристический полином эталонной модели:

Матрицы эталонной модели:



Проверим матрицы A и B на полную управляемость и матрицы Г и Н на полную наблюдаемость:





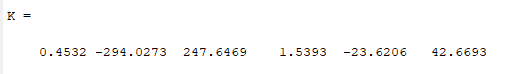
Матрицы управляемости и наблюдаемости невырожденные:

(А,В) полностью управляемая,

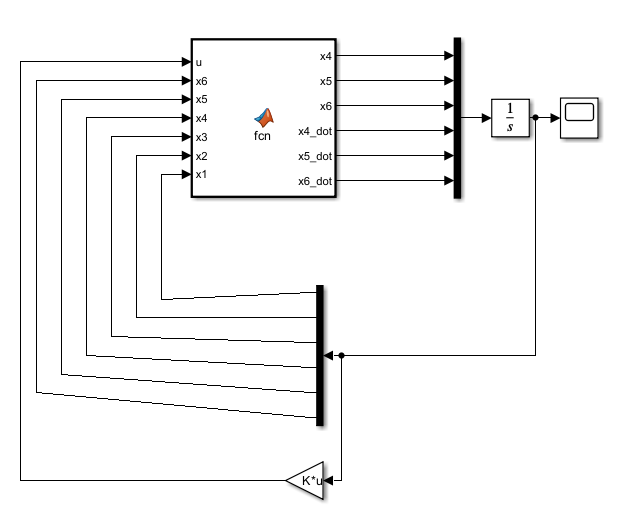
(Г,Н) полностью наблюдаемая.

Теперь решая уравнение типа Сильвестра, найдем матрицу линейных стационарных обратных связей К:

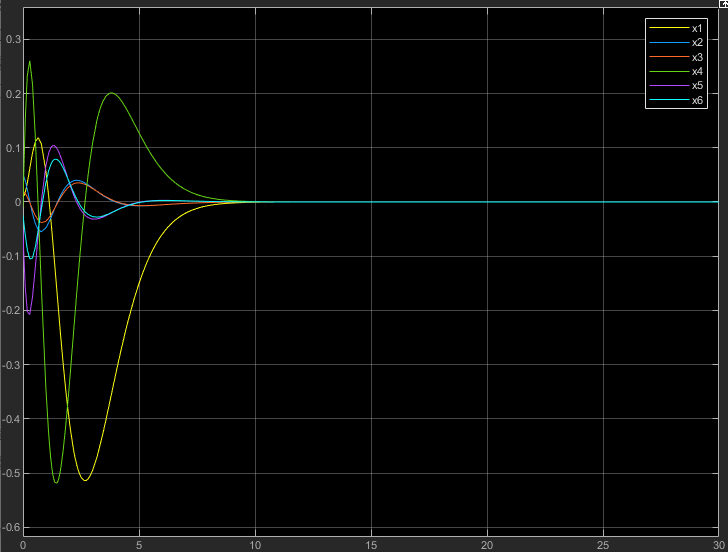




1. Подставим полученное управление в исходную систему и проведем моделирование в окрестности точки 0:



*Рисунок 5 Модель системы с полученным управлением*



*Рисунок 6 - График вектора состояния*

**Вывод:**

В ходе выполнения работы была построена модель системы двойного перевернутого маятника на подвижной платформе, проведена линеаризации в нулевом положении и на основе полученной системы синтезировано линейное стабилизирующее управление. С полученным управление система стабилизируется в небольшой окрестности нулевого положение, при попытке увеличить область система выходит из равновесия.