



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

---

Факультет: «Специальное машиностроение»

Кафедра: «Робототехнические системы и мехатроника»

## **Лабораторная работа №5**

по курсу «Теория автоматического управления»

Вариант 4

Выполнил: Давыдов В.Ю.

Группа: СМ7-62Б

Проверил (-а):

*Москва, 2024г.*

## 1. Обязательная часть.

Построение динамической модели трехзвенного манипуляционного робота.

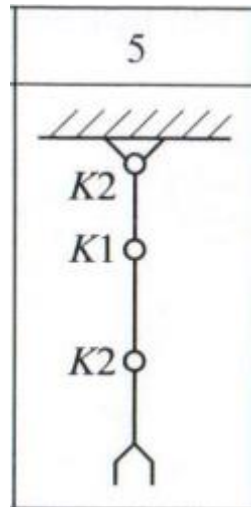


Рисунок 1, структурная схема робота

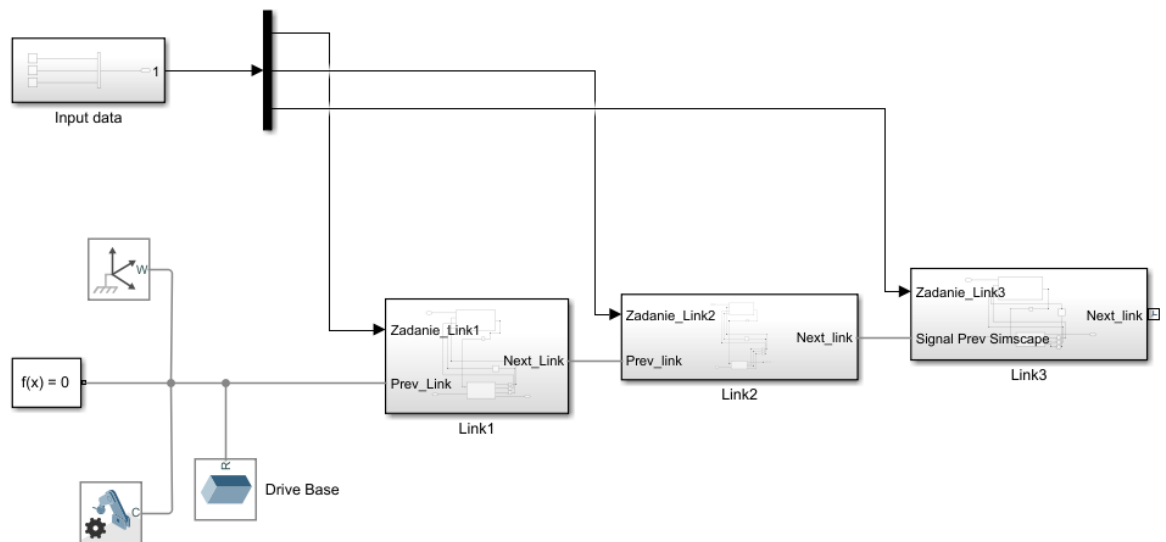


Рисунок 2, структура манипулятора в MATLAB

Было реализовано 1-ое звено с использованием Simscape. Структура звена представлена ниже. Звенья 2 и 3 построены аналогично. Звено состоит из управляющего блока Control\_actuator и соответственно самой модели в Simscape.

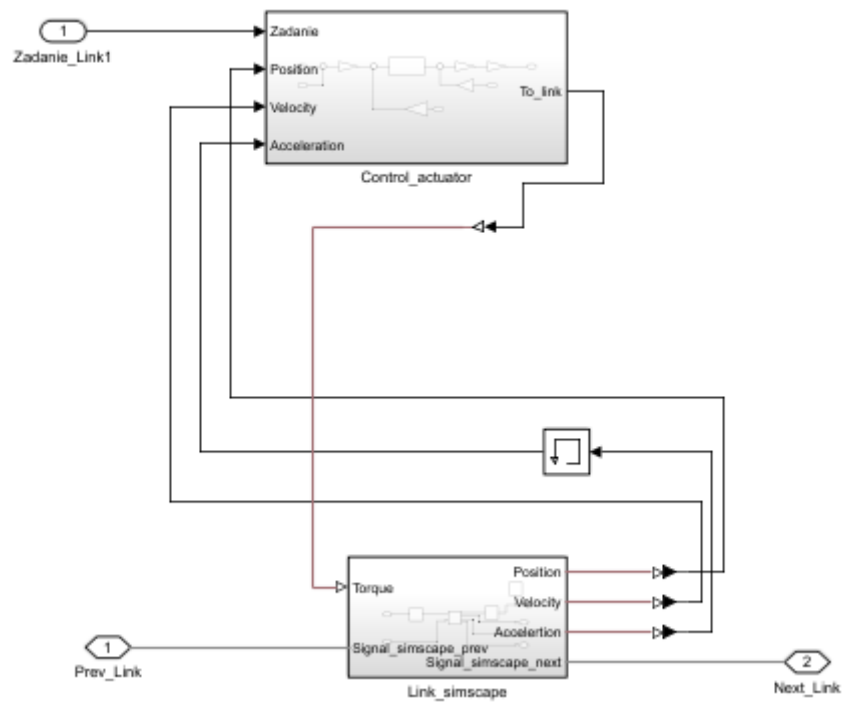


Рисунок 3, структура звена

Управление реализовано из блоков Simulink:

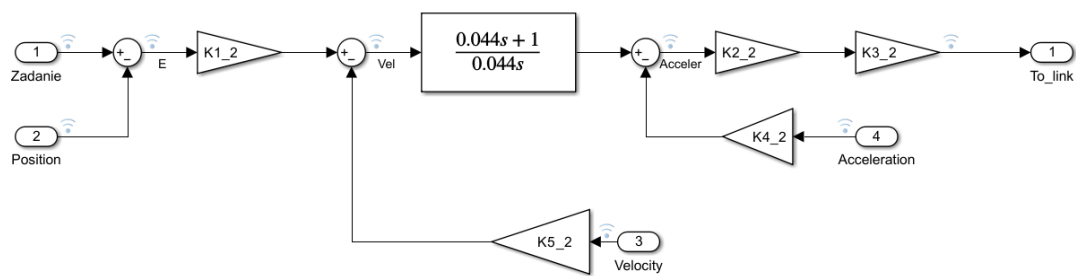


Рисунок 4, управление звена

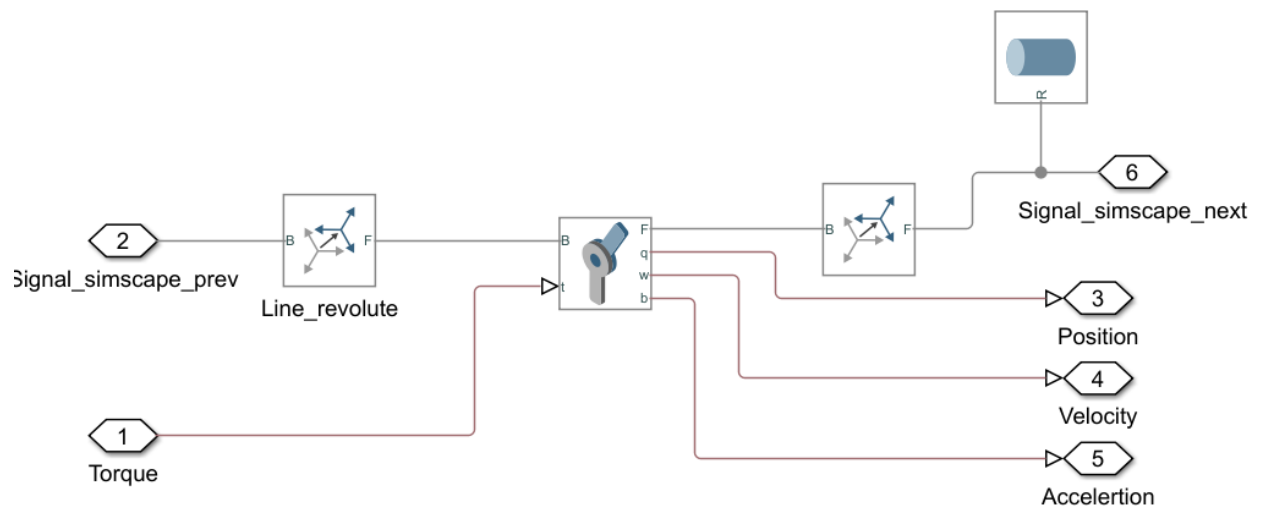


Рисунок 5, модель звена Simscape

При подачи на вход каждого звена, постоянный сигнал соответствующий 90 градусам.

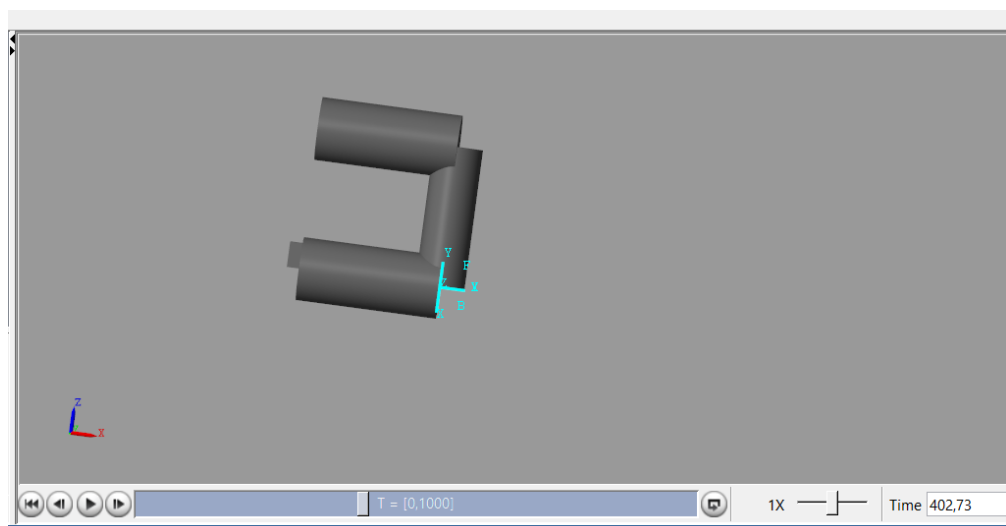


Рисунок 6, результаты моделирования

Как видно из картинки, то привод достиг требуемого положения.

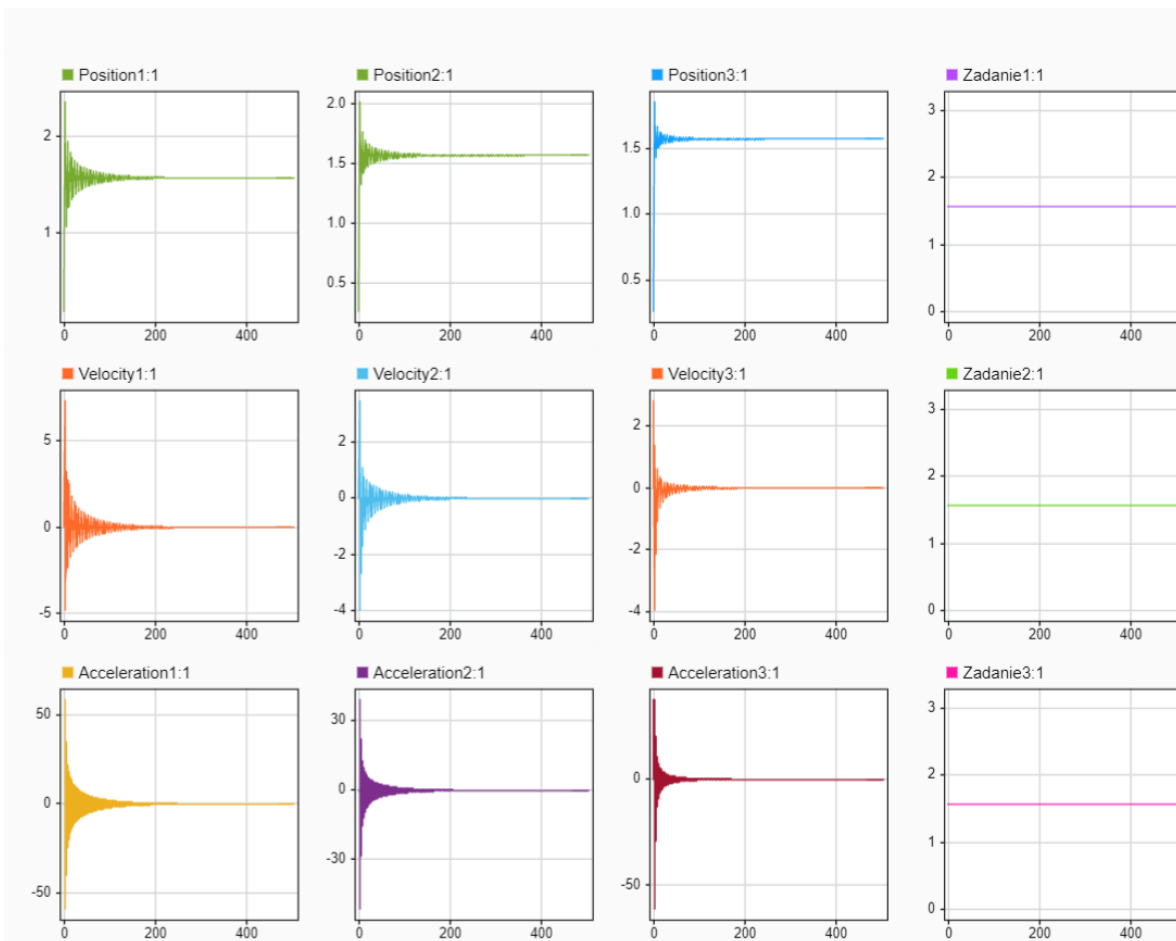


Рисунок 7, график результатов

## Параметры блоков:

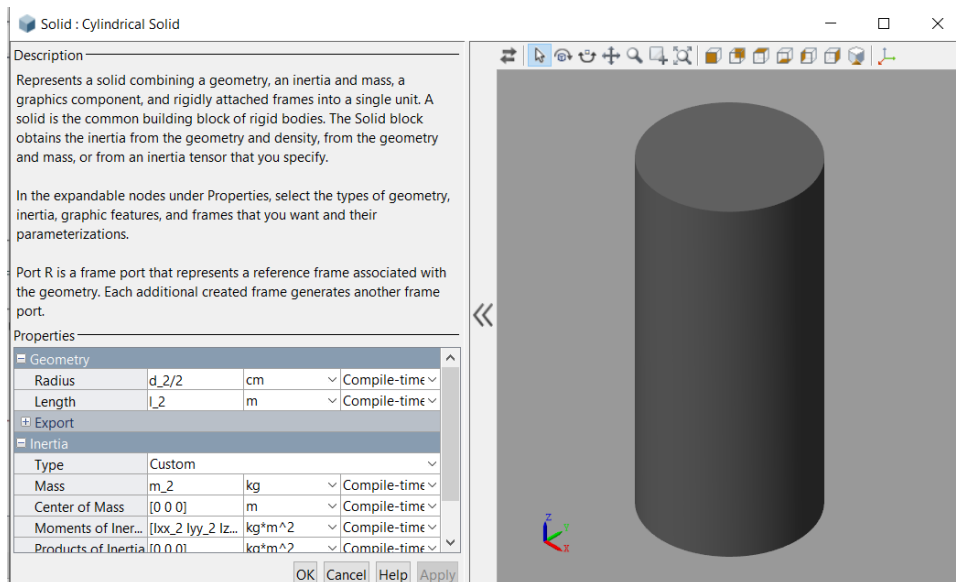


Рисунок 8, 1-ое звено

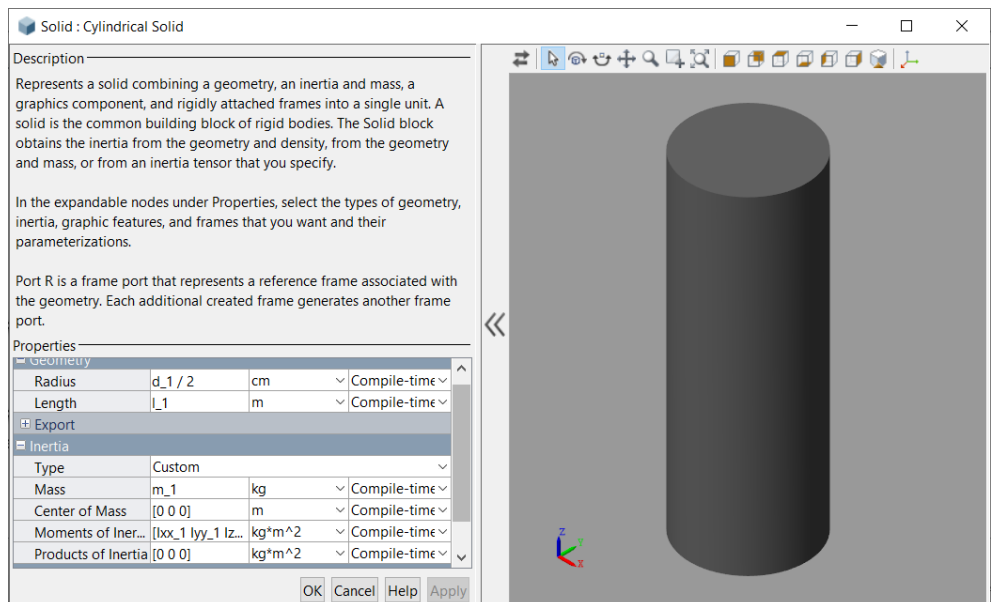


Рисунок 9, 2-ое звено

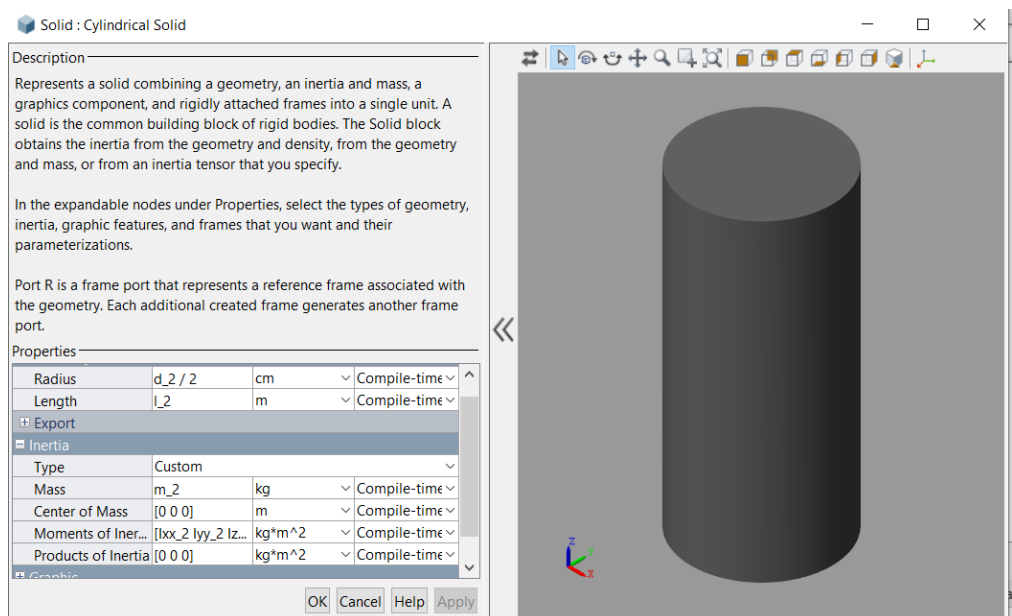


Рисунок 10, 3-ее звено

Добавим ограничения к системе:

1-ое звено:  $\pm 50$  градусов

Block Parameters: Revolute Joint

Revolute Joint ☒ Auto Apply

Settings Description

NAME	VALUE
<b>▼ Z Revolute Primitive (Rz)</b>	
<b>▼ State Targets</b>	
<input type="checkbox"/> Specify Position Target	
<input type="checkbox"/> Specify Velocity Target	
<b>&gt; Internal Mechanics</b>	
<b>▼ Limits</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Specify Lower Limit	
Bound	-50 deg Compile-time
Spring Stiffness	200000 N*m/deg Compile-time
Damping Coefficient	100000 N*m/(deg/s) Compile-time
Transition Region Width	0.1 deg Compile-time
<input checked="" type="checkbox"/> Specify Upper Limit	
Bound	50 deg Compile-time
Spring Stiffness	200000 N*m/deg Compile-time
Damping Coefficient	100000 N*m/(deg/s) Compile-time
Transition Region Width	0.1 deg Compile-time
<b>&gt; Actuation</b>	
<b>&gt; Sensing</b>	
<b>&gt; Mode Configuration</b>	

Рисунок 11, revolute joint 1

2-ое звено:  $\pm 30$  градусов

Block Parameters: Revolute Joint1

Revolute Joint ☒ Auto Apply

Settings Description

NAME	VALUE
<b>▼ Z Revolute Primitive (Rz)</b>	
<b>▼ State Targets</b>	
<input type="checkbox"/> Specify Position Target	
<input type="checkbox"/> Specify Velocity Target	
<b>&gt; Internal Mechanics</b>	
<b>▼ Limits</b>	
<input checked="" type="checkbox"/> Specify Lower Limit	
Bound	-30 deg Compile-time
Spring Stiffness	200000 N*m/deg Compile-time
Damping Coefficient	100000 N*m/(deg/s) Compile-time
Transition Region Width	0.1 deg Compile-time
<input checked="" type="checkbox"/> Specify Upper Limit	
Bound	30 deg Compile-time
Spring Stiffness	200000 N*m/deg Compile-time
Damping Coefficient	100000 N*m/(deg/s) Compile-time
Transition Region Width	0.1 deg Compile-time
<b>&gt; Actuation</b>	
<b>&gt; Sensing</b>	
<b>&gt; Mode Configuration</b>	

Рисунок 12, revolute joint 2

3-ее звено:  $\pm 15$  градусов

Block Parameters: Revolute Joint1

Revolute Joint ☒ Auto Apply ?

Settings Description

NAME	VALUE
<b>▼ Z Revolute Primitive (Rz)</b>	
▼ State Targets	
<input type="checkbox"/> Specify Position Target	
<input type="checkbox"/> Specify Velocity Target	
> Internal Mechanics	
▼ Limits	
<input checked="" type="checkbox"/> Specify Lower Limit	
Bound	-15 deg Compile-time
Spring Stiffness	200000 N*m/deg Compile-time
Damping Coefficient	100000 N*m/(deg/s) Compile-time
Transition Region Width	0.1 deg Compile-time
<input checked="" type="checkbox"/> Specify Upper Limit	
Bound	15 deg Compile-time
Spring Stiffness	200000 N*m/deg Compile-time
Damping Coefficient	100000 N*m/(deg/s) Compile-time
Transition Region Width	0.1 deg Compile-time
> Actuation	
> Sensing	
> Mode Configuration	

Рисунок 13, revolute joint 3

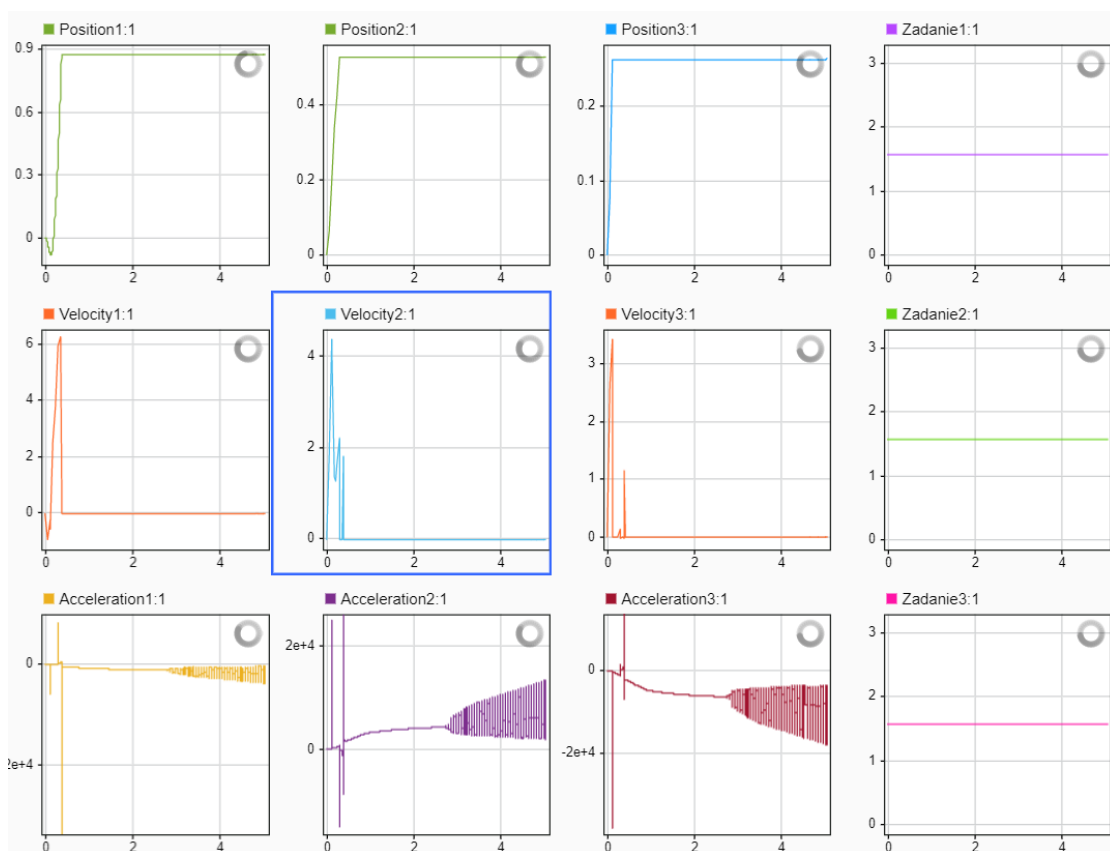


Рисунок 14, полученные результаты



```

i = 4;
K = mod(i, 24) + 1
%% Privod K1 constants NOT_WORK!!!
l_1 = 0.55; % m
Ixx_1 = 9.4; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
Iyy_1 = 9.4; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
Izz_1 = 0.7; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
m_1 = 46; % kg
d_1 = 19.4; % cm
K1_1 = 38.80;
K2_1 = 2.94;
K3_1 = 9.6;
K4_1 = 0.044;
K5_1 = 15.6;

%% Privod K2 constants NOT WORK!!!
l_2 = 0.55; % m
Ixx_2 = 16.5; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
Iyy_2 = 16.5; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
Izz_2 = 0.7; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
m_2 = 78; % kg
d_2 = 24.7; % cm
K1_2 = 23.30;
K2_2 = 2.8;
K3_2 = 11.7;
K4_2 = 0.043;
K5_2 = 9.4;

%% Privod P constants
l_3 = 0.875; % m
Ixx_3 = 33.3; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
Iyy_3 = 33.3; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
Izz_3 = 9.1; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
m_3 = 194; % kg
d_3 = 30.2; % cm
K1_3 = 4202;
K2_3 = 2.97;
K3_3 = 120;
K4_3 = 0.055;
K5_3 = 0.168;

%% Privod T constants
l_4 = 0.785; % m
Ixx_4 = 5.8; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
Iyy_4 = 5.8; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
Izz_4 = 0.6; %  $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ 
m_4 = 26; % kg
d_4 = 4.8; % cm
K1_4 = 1950;
K2_4 = 0.275;
K3_4 = 200;
K4_4 = 0.05;
K5_4 = 78;

%% Solid block 1-st
x_block = 0.1;
y_block = 0.1;
z_block = 0.1;

```