



ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

ОТЧЕТ
ПО ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ №3

Работу выполнил:

Сосенский Е.К.

Группа:

R4136с

Преподаватель:

Ракшин Е. А.

Санкт-Петербург

2025

Цель

Цель данной лабораторной работы ознакомиться и смоделировать систему с помощью MuJoCo. Необходимо написать код на Python, а также сделать xml файл для модели.

Практическая часть

Так как у меня 2 вариант, моя система выглядит следующим образом:

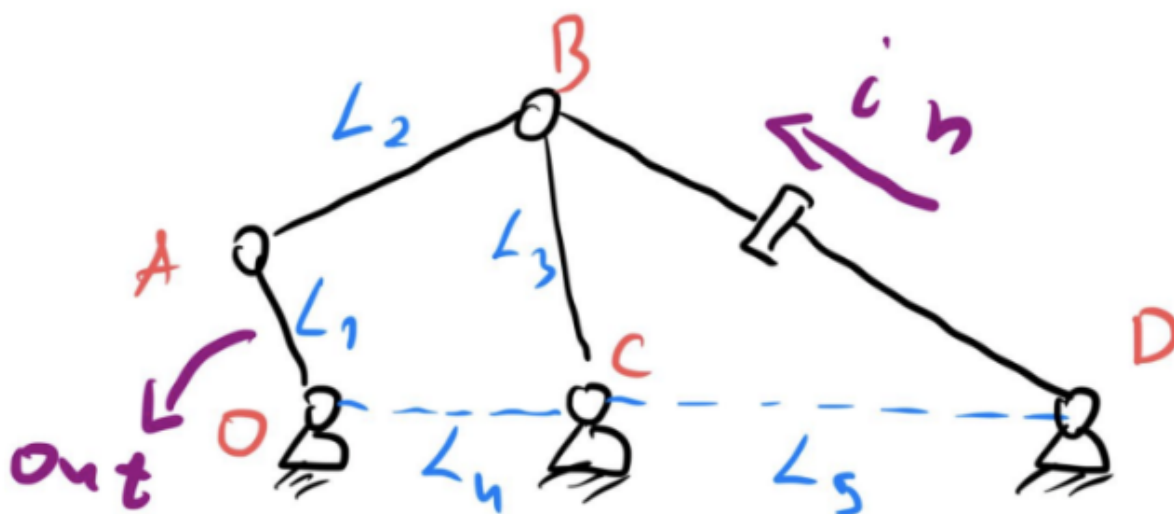


Рисунок 1. Система Optimus по заданию.

Также мне даны данные для моделирования:

Таблица 1. Вводные данные по варианту.

L1, m	L2, m	L3, m	L4, m	L5, m
0.063	0.0819	0.0945	0.063	0.315

Для начала необходимо создать xml код для реализации динамической модели системы. Она имеет 3 вращательных звена и поступательное звено - слайдер. Вращательные звенья сходятся в точке В. После описания модели, представим ее реализацию в MuJoCo:

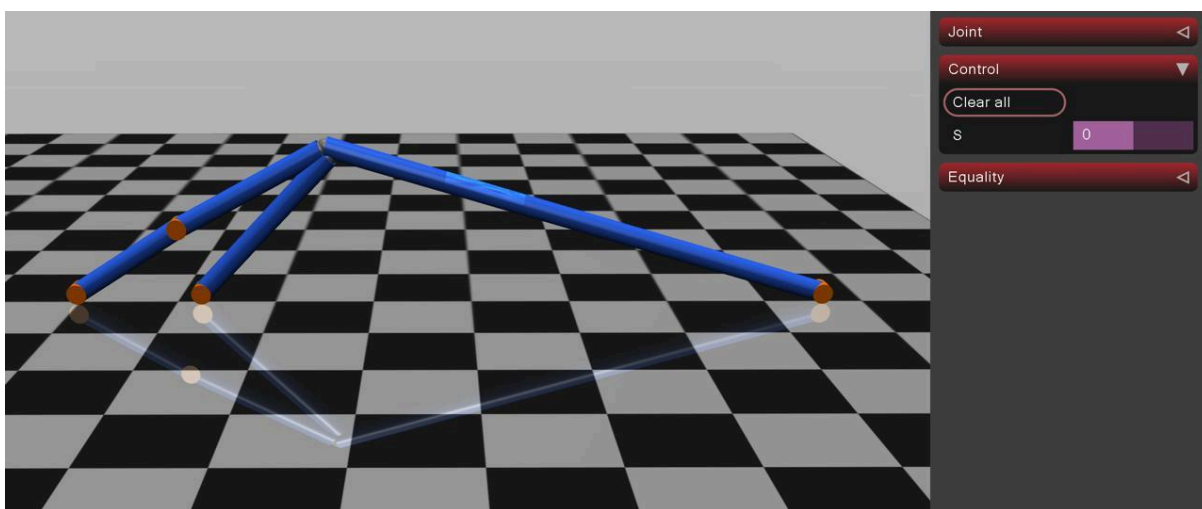


Рисунок 2. Кинематическая модель системы в положении 0.

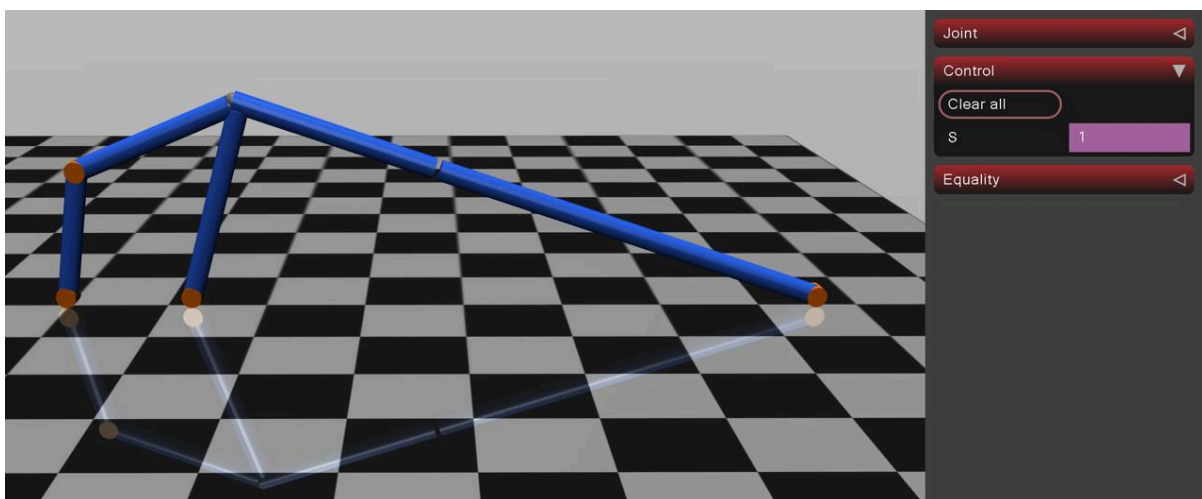


Рисунок 3. Кинематическая модель системы в положении 1.

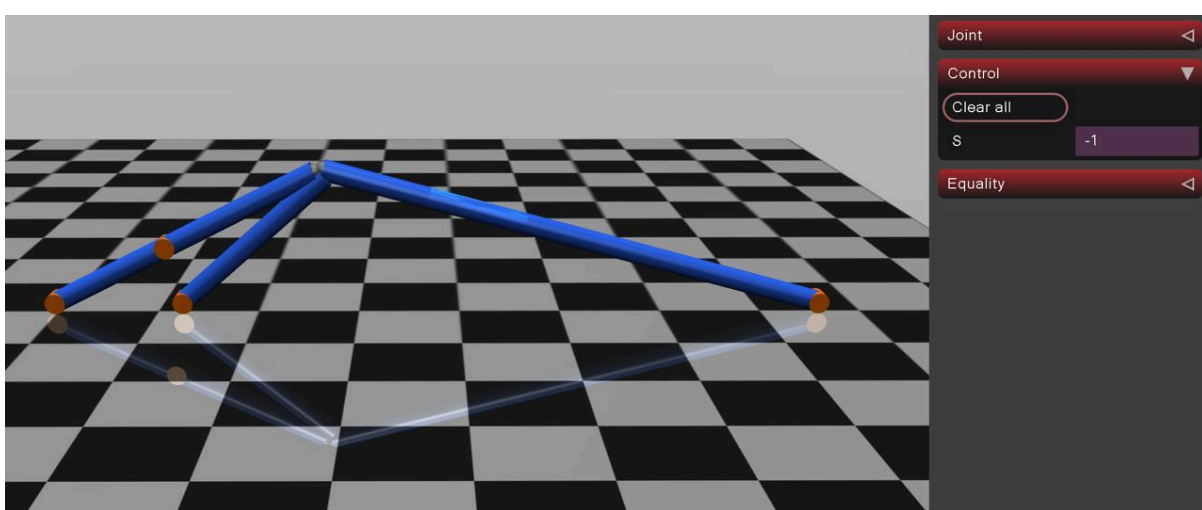


Рисунок 4. Кинематическая модель системы в положении -1.

Далее добавим код на питоне, который будет выводить график перемещения точки В по координатам X и Z.

В результате получаем следующий график:

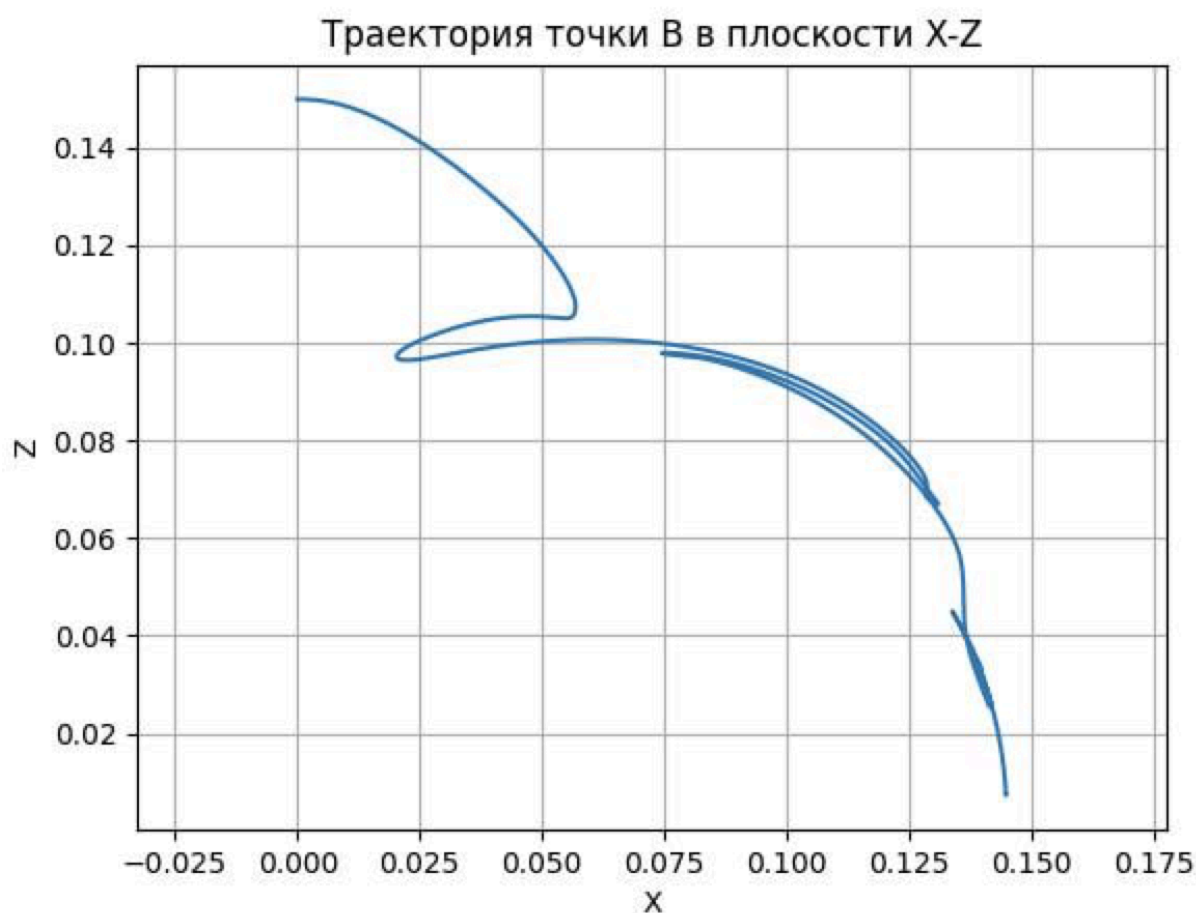


Рисунок 5. График перемещения точки В.

Вывод

В ходе выполнения данной работы был изучен физический симулятор MuJoCo, который позволяет осуществлять имитационное моделирование робототехнических систем. Была разработана динамическая модель системы Optimus, включающая в себя три вращательных и одно поступательное звено, а также написан код на Python, управляющий симуляцией и снимающий значения перемещения точки В.

Приложение А

XML код:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<mujoco>

  <option timestep="1e-4"/>
  <option gravity="0 0 -9.8"/>

  <asset>
    <texture type="skybox" builtin="gradient"
    rgb1="1 1 1" rgb2="0.5 0.5 0.5" width="265"
    height="256"/>
    <texture name="grid" type="2d"
    builtin="checker" rgb1="0.1 0.1 0.1" rgb2="0.6 0.6 0.6"
    width="300" height="300"/>
    <material name="grid" texture="grid"
    texrepeat="10 10" reflectance="0.2"/>
  </asset>

  <worldbody>
    <light pos="0 0 10"/>
    <geom type="plane" size="0.5 0.5 0.1"
    material="grid"/>
    <camera name="side view" pos="0.1 -1.5 1.0"
    euler="90 0 0" fovy="60"/>
    <camera name="upper view" pos="0 0 1.5"
    euler="0 0 0"/>
```

```

    <body name="OAB" pos="0 0 0.005" euler="90 0
0">
        <joint name="O" type="hinge" axis="0 0 1"
stiffness="0" damping="0"/>
            <geom name="point O" type="cylinder"
pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="1.0 0.5 0.0 1"/>
            <geom name="link OA" type="cylinder"
pos="0 0.0315 0" size="0.005 0.0315" rgba="0.2 0.4 0.9
1" euler="90 0 0"/>
        <body name="AB" pos="0 0.063 0">
            <joint name="A" type="hinge" axis="0
0 1" stiffness="0" damping="0"/>
                <geom name="pointA" type="cylinder"
pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="1.0 0.5 0.0 1"/>
                <geom name="linkAB" type="cylinder"
pos="0 0.04095 0" size="0.005 0.04095" rgba="0.2 0.4 0.9
1" euler="90 0 0"/>
                <site name="sB1" pos="0 0.0819 0"
size="0.004"/>
            </body>
        </body>

    <body name="CB" pos="0.063 0 0.005" euler="90
0 0">
        <joint name="C" type="hinge" axis="0 0
1"/>
            <geom name="pointC" type="cylinder"
pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="1.0 0.5 0.0 1"/>

```

```

        <geom name="linkCB" type="cylinder"
pos="0 0.04725 0" size="0.005 0.04725" rgba="0.2 0.4 0.9
1" euler="90 0 0"/>
        <site name="sB2" pos="0 0.0945 0"
size="0.004"/>
    </body>

    <body name="DSB" pos="0.378 0 0.005"
euler="90 0 0">
        <joint name="D" type="hinge" axis="0 0
1"/>

        <geom name="pointD" type="cylinder"
pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="1.0 0.5 0.0 1"/>
        <geom name="linkDS" type="cylinder"
pos="0 0.1 0" size="0.005 0.1" rgba="0.2 0.4 0.9 1"
euler="90 0 0"/>
        <body name="SB" pos="0 0.17 0">
            <joint name="S" type="slide" axis="0
1 0" range="-0.03 0.03"/>
            <geom name="linkSB" type="cylinder"
pos="0 0.05 0" size="0.005 0.05" rgba="0.2 0.4 0.9 1"
euler="90 0 0"/>
            <site name="sB3" pos="0 0.1 0"
size="0.004"/>
        </body>
    </body>
</worldbody>

<equality>

```

```

        <connect site1="sB1" site2="sB2"/>
        <connect site1="sB1" site2="sB3"/>
    </equality>

    <actuator>
        <position name="S" joint="S"/>
    </actuator>

</mujoco>

```

Приложение Б

Python код:

```

import time
import mujoco
import mujoco.viewer
import matplotlib.pyplot as plt
paused = False

def key_callback(keycode):
    global paused
    if keycode == 32:
        paused = not paused
        print("Paused =", paused)

def main():
    XML_FILE = "optimus.xml"
    m = mujoco.MjModel.from_xml_path(XML_FILE)
    d = mujoco.MjData(m)
    EE_SITE = "sB1"

```



```

ee_x, ee_y, ee_z = [], [], []

    with mujoco.viewer.launch_passive(m, d,
key_callback=key_callback) as viewer:
    while viewer.is_running():
        step_start = time.time()
        if not paused:
            mujoco.mj_step(m, d)
            viewer.sync()

            sid = m.site(EF_SITE).id
            pos = d.site_xpos[sid]

            ee_x.append(pos[0])
            ee_y.append(pos[1])
            ee_z.append(pos[2])

            dt = m.opt.timestep - (time.time() -
step_start)

            if dt > 0:
                time.sleep(dt)

fig = plt.figure()
ax = fig.add_subplot(111)
ax.plot(ee_x, ee_z, linewidth=1.5)
    ax.set_title("Траектория точки В в плоскости
X-Z")
ax.set_xlabel("X")
ax.set_ylabel("Z")

```

```
ax.grid(True)
ax.axis("equal")
plt.ion()
plt.show()

if __name__ == "__main__":
    main()
```