

Национальный исследовательский университет ИТМО  
Факультет систем управления и робототехники

Отчет  
о выполнении практического задания №3  
по дисциплине «Имитационное моделирование робототехнических  
систем»

Выполнил  
студент гр. R4134с  
ИСУ 505887

А. С. Абраменко

Преподаватель

Е. А. Ракшин

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025 г.

Санкт-Петербург  
2025

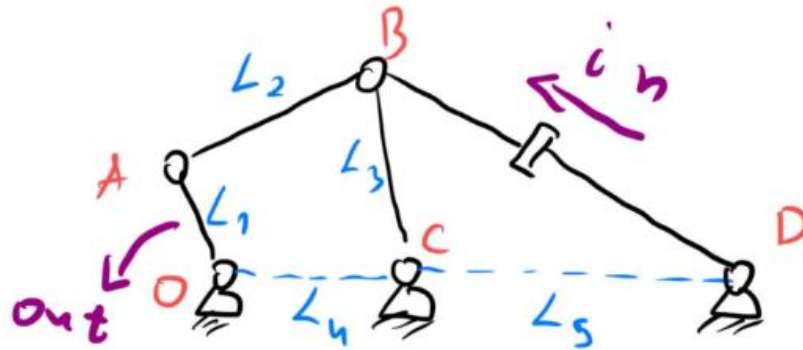
## Задание

1. Look in the table and find yourself:

L1, m	L2, m	L3, m	L4, m	L5, m
0.074	0.0962	0.111	0.074	0.37

2. Choose one of the passive mechanisms according to your list and model .xml files.

Variant 2 - Optimus' knee closed-chain mechanism:



3. Write python script with model, data and viewer methods. Run the simulation.
4. Examples of .xml models are in the "Examples" folder.

## Ход работы

1. Был произведен анализ предложенной схемы, построен граф механизма, результаты приведены на рис. 1.

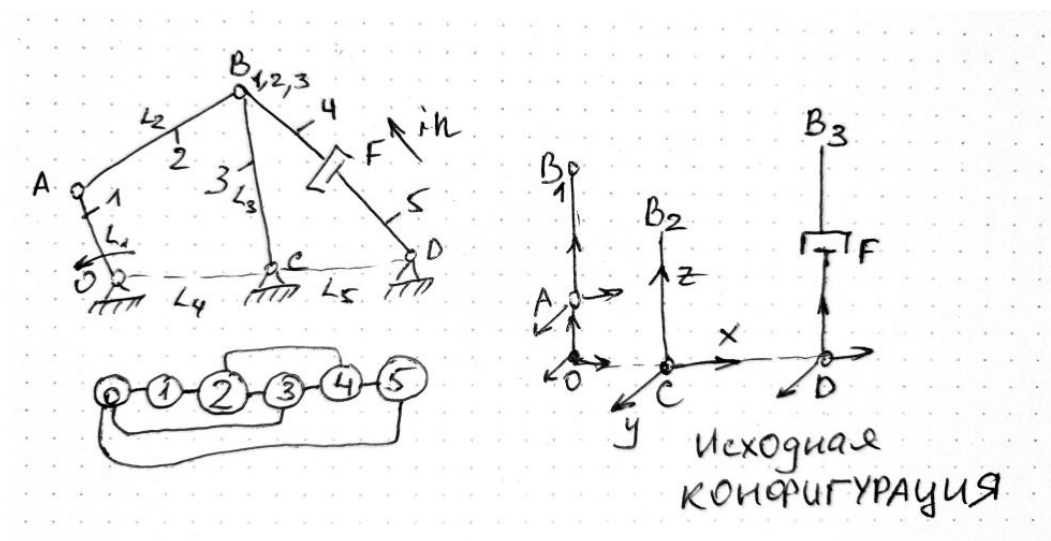


Рисунок 1 – Граф механизма, исходная конфигурация разомкнутой схемы механизма.

2. Программная реализация тел в соответствии с заданными исходными размерами посредством mujoco представлена ниже. Для тела DFB3 использовано сочленение типа «slide».

```

<body name="OAB1" pos="0 0 1.5" euler="0 0 0">

    <joint name="O" type="hinge" axis="0 -1 0" stiffness="0" springref="0"
damping="0"/>
    <geom name="point O" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="0.89
0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <geom name="link OA" type="cylinder" pos="0 0 0.034" size="0.005 0.034" rgba="0.21
0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>

    <body name="AB1" pos="0 0 0.068" euler="0 0 0">

        <joint name="A" type="hinge" axis="0 -1 0" stiffness="0" springref="0"
damping="0.1"/>
        <geom name="point B" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="0.89
0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
        <geom name="link AB1" type="cylinder" pos="0 0 0.0422" size="0.005 0.0442"
rgba="0.21 0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
        <site name="sC1" size="0.005" pos="0 0 0.0884"/>

    </body>

</body>

<body name="CB2" pos="0.068 0 1.5" euler="0 0 0">

    <joint name="C" type="hinge" axis="0 -1 0" stiffness="0" springref="0" damping="0.1"/>
    <geom name="point C" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="0.89 0.14
0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <geom name="link CB2" type="cylinder" pos="0 0 0.054" size="0.005 0.054" rgba="0.21
0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <site name="sC2" size="0.005" pos="0 0 0.102"/>

</body>

<body name="DFB3" pos="0.408 0 1.5" euler="0 0 0">
.
    <joint name="D" type="hinge" axis="0 -1 0" stiffness="0" springref="0" damping="0"/>
    <geom name="point D" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="0.89 0.14
0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <geom name="link DB3" type="cylinder" pos="0 0 0.1" size="0.005 0.1" rgba="0.21 0.32
0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>

    <body name="FB3" pos="0 0 0.075" euler="0 0 0">

        <joint name="slider" type="slide" axis="0 0 1" limited="true" range="-0.2 0.2"
stiffness="0" springref="0" damping="0"/>

```

```

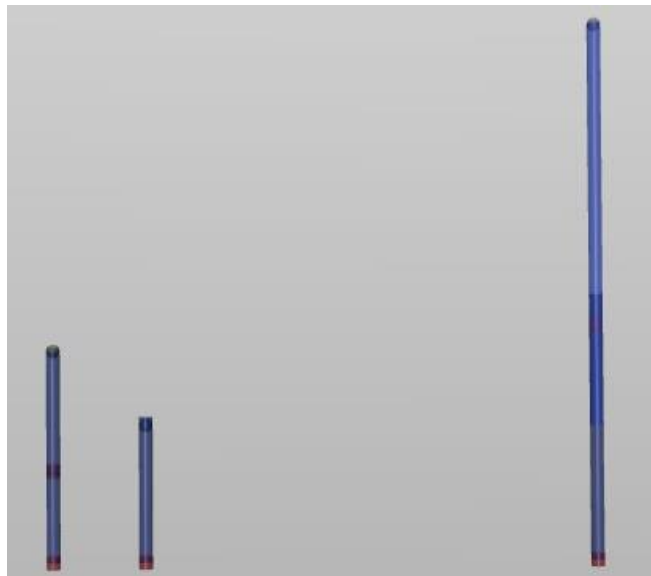
    <geom name="point B3" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="0.89
0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <geom name="link FB3" type="cylinder" pos="0 0 0.075" size="0.005 0.15" rgba="0.21
0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <site name="sC3" size="0.005" pos="0 0 0.225"/>

</body>

</body>

```

Вид полученного разомкнутого механизма:



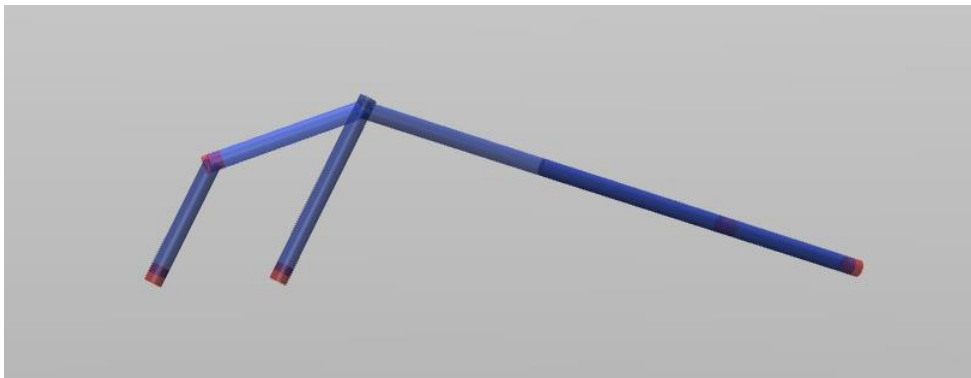
Соединение сайтов B1, B2 и B3 выполнено с помощью контейнера equality:

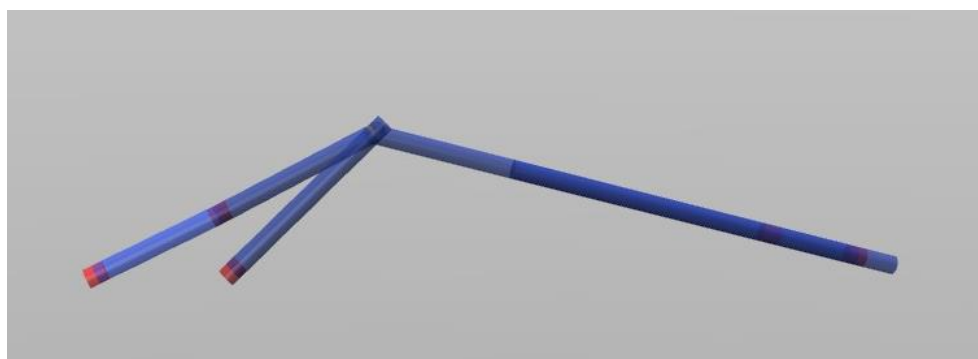
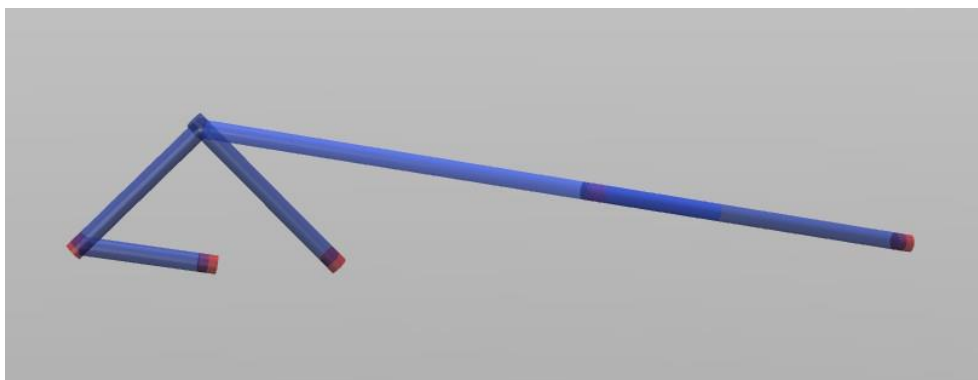
```

<equality>
  <connect site1="sC1" site2="sC2"/>
  <connect site1="sC1" site2="sC3"/>
</equality>

```

Результаты работы программы представлены на рисунках ниже:





### **Выводы**

В процессе выполнения данной работы был реализован механизм с замкнутой цепью и двумя видами сочленений – вращательным и линейным. Замкнутая цепь была разомкнута, каждое из тел посредством библиотеки `tuifoso` было описано в соответствии с заданной геометрией в `.xml` файле. Далее было произведено замыкание механизма и проведены тестирования разработанного решения.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### 1. opmimus.xml:

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<mujoco>

  <option timestep="1e-3"/>
  <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"/>

    <body name="OAB1" pos="0 0 1.5" euler="0 0 0">
      .
      <joint name="O" type="hinge" axis="0 -1 0" stiffness="0" springref="0"
damping="0"/>
      <geom name="point O" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005"
rgba="0.89 0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
      <geom name="link OA" type="cylinder" pos="0 0 0.034" size="0.005 0.034"
rgba="0.21 0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>

      <body name="AB1" pos="0 0 0.068" euler="0 0 0">

        <joint name="A" type="hinge" axis="0 -1 0" stiffness="0"
springref="0" damping="0.1"/>
        <geom name="point B" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005"
rgba="0.89 0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
        <geom name="link AB1" type="cylinder" pos="0 0 0.0422" size="0.005
0.0442" rgba="0.21 0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
        <site name="sC1" size="0.005" pos="0 0 0.0884"/>

      </body>

    </body>

    <body name="CB2" pos="0.068 0 1.5" euler="0 0 0">

      <joint name="C" type="hinge" axis="0 -1 0" stiffness="0" springref="0"
damping="0.1"/>
```

```

        <geom name="point C" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005"
rgba="0.89 0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
        <geom name="link CB2" type="cylinder" pos="0 0 0.054" size="0.005 0.054"
rgba="0.21 0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
        <site name="sC2" size="0.005" pos="0 0 0.102"/>

</body>

<body name="DFB3" pos="0.408 0 1.5" euler="0 0 0">
.
    <joint name="D" type="hinge" axis="0 -1 0" stiffness="0" springref="0"
damping="0"/>
    <geom name="point D" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005"
rgba="0.89 0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <geom name="link DB3" type="cylinder" pos="0 0 0.1" size="0.005 0.1"
rgba="0.21 0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>

    <body name="FB3" pos="0 0 0.075" euler="0 0 0">

        <joint name="slider" type="slide" axis="0 0 1" limited="true" range="-0.2
0.2" stiffness="0" springref="0" damping="0"/>
        <geom name="point B3" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005"
rgba="0.89 0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
        <geom name="link FB3" type="cylinder" pos="0 0 0.075" size="0.005 0.15"
rgba="0.21 0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
        <site name="sC3" size="0.005" pos="0 0 0.225"/>

    </body>

</body>

</worldbody>

<equality>
    <connect site1="sC1" site2="sC2"/>
    <connect site1="sC1" site2="sC3"/>
</equality>

</mujoco>

```

## 2. optimus.ipynb

```

import mujoco
import mujoco.viewer
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import os
from lxml import etree
import mujoco.viewer

```

```
import time
f1 = "optimus.xml"

model = mujoco.MjModel.from_xml_path(f1)
data = mujoco.MjData(model)

with mujoco.viewer.launch_passive(model, data) as viewer:
    for i in range(10000):
        mujoco.mj_step(model, data)
        viewer.sync()
        time.sleep(0.01)
viewer.close()
```