

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

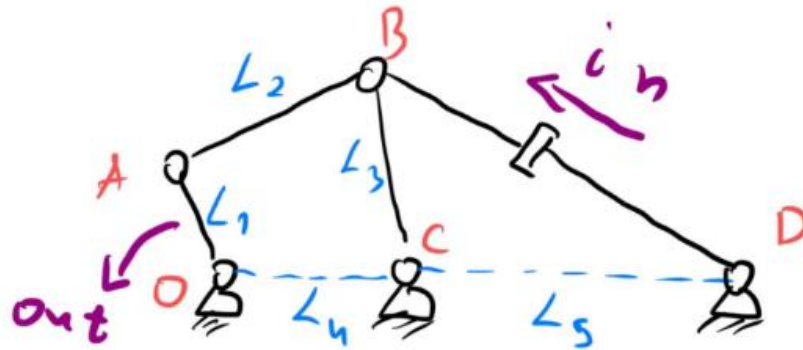
Задание

1. Look in the table and find yourself:

L1, m	L2, m	L3, m	L4, m	L5, m
0.068	0.0884	0.102	0.068	0.34

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.

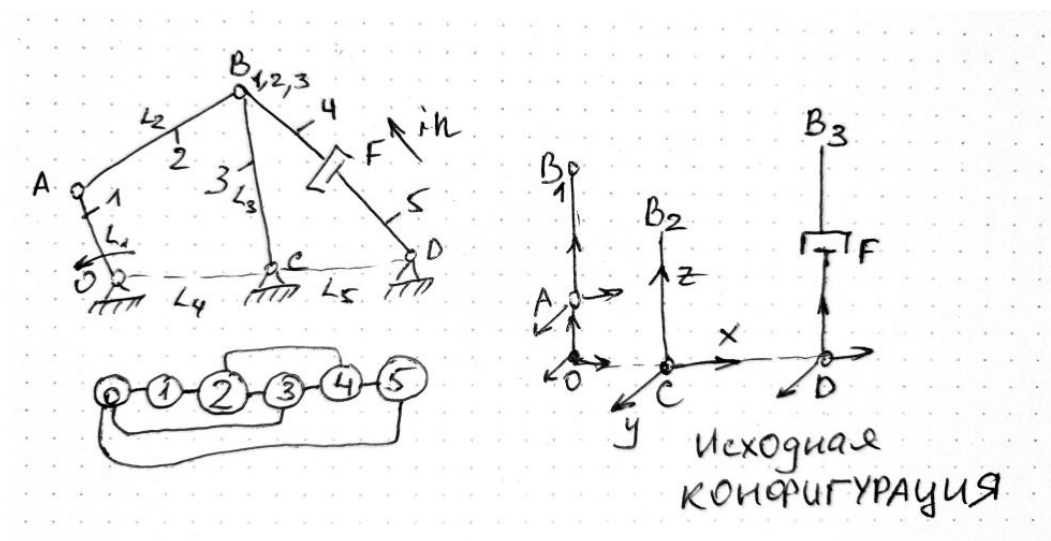


Рисунок 1 – Граф механизма, исходная конфигурация разомкнутой схемы механизма.

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"/>

```

```

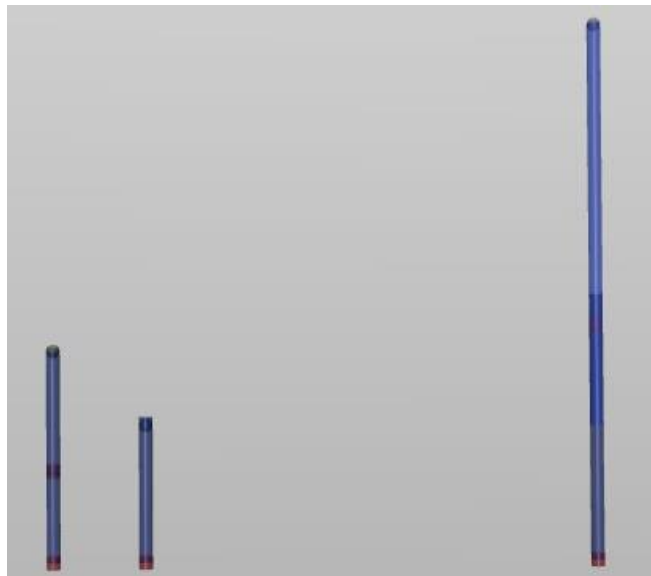
    <geom name="point B3" type="cylinder" pos="0 0 0" size="0.005 0.005" rgba="0.89
0.14 0.16 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <geom name="link FB3" type="cylinder" pos="0 0 0.075" size="0.005 0.15" rgba="0.21
0.32 0.82 0.5" euler="0 0 0" contype="0"/>
    <site name="sC3" size="0.005" pos="0 0 0.225"/>

</body>

</body>

```

Вид полученного разомкнутого механизма:



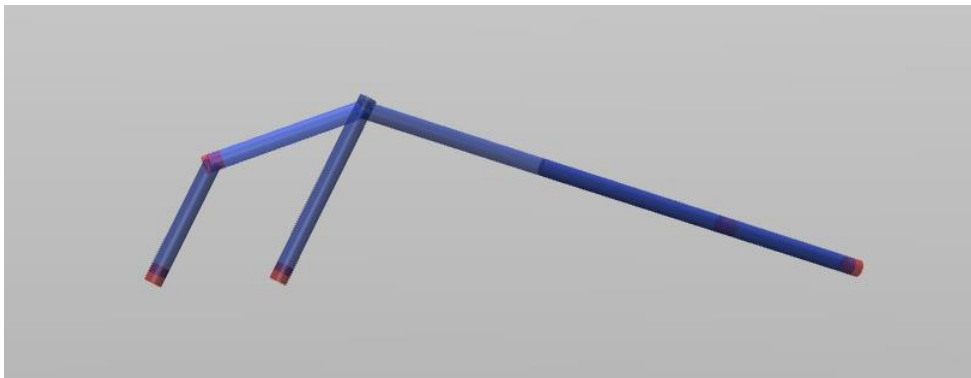
Соединение сайтов B1, B2 и B3 выполнено с помощью контейнера equality:

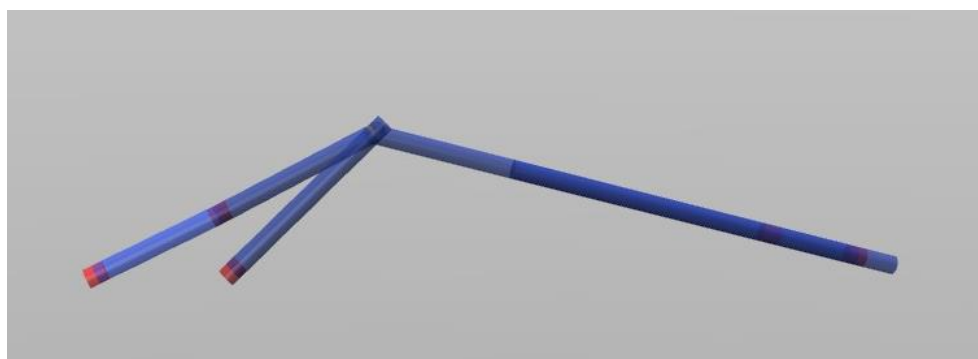
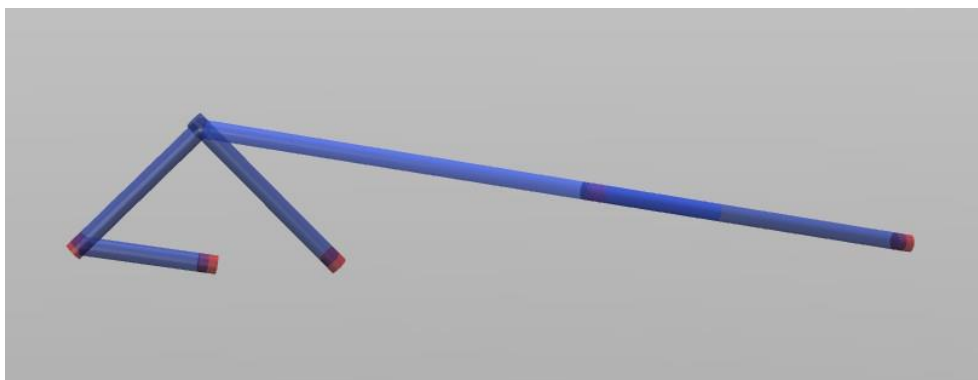
```

<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="256" 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()
```