

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский университет ИТМО»  
(Университет ИТМО)

Факультет систем управления и робототехники

ОТЧЕТ  
по лабораторной работе №3  
по дисциплине  
«Имитационное моделирование робототехнических систем»

Студент:  
Группа № R4133с

Петрекеев К.С.  
505881

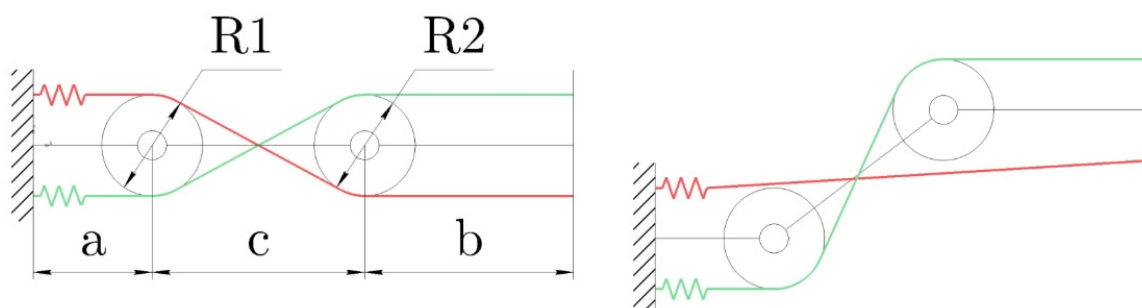
Преподаватель:

Ракшин Егор Александрович

Санкт-Петербург 2025

## Задание

### Вариант 2



$$R1 = 0.042$$

$$R2 = 0.025$$

$$a = 0.075$$

$$b = 0.081$$

$$c = 0.046$$

## Решение

Рассмотрим исходный механизм как состоящий из подвижной вдоль одной оси нагрузки в правой части рисунка и натянутых крест-накрест между двумя блоками механизма связками. В качестве решения рассматривалось моделирование работы связок (т.е. *tendon's* в MuJoCo) и задача огибания ими блоков механизма при смещении свободного звена (правая часть).

В качестве первого и основного препятствия в реализации выступила техническая невозможность в *mujo* реализовать последовательное пересечение объекта *tendon* геометрий двух тел без учета промежуточной точки *site*, как указано ниже:

```
<tendon>
<spatial range="0.2" limited="false" width="0.003" rgba="0 1 0 1">
<site site="s1_base"/>
<geom geom="block1" sidesite="s1_b1"/>
<!-- -->
<geom geom="block2" sidesite="s1_b2"/>
<site site="s1_load"/>
</spatial>
</tendon>
```

Где на месте пустого комментария в примере выше обязательно должен находиться объект `<site/>`, реальное введение которого привело бы к «фиксированию» каждой из нитей в некоторой точке пространства между блоками и, соответственно, к заведомо неправильной визуализации работы механизма.

Тогда в качестве решения было предложено непосредственно рассчитывать точки касательных между блоками — то есть точки «отрыва» нитей от поверхностей блока, а затем использовать полученные значения для смещения объектов, содержащих нужные *site*'ы. При этом также оказалось невозможным просто динамически менять положение каждого *site*'а, так как *muJoCo* не позволяет это делать независимо от тела *body*, которому принадлежит данный *site*.

Тогда часть кода, решающая данную задачу в формате `.xml`:

```
<body name="body_block1" pos="0.075 0 0">
  <geom name="block1" type="cylinder" size="0.042 0.01"/>
  <body name="t1_block1_body" pos="0 0 0">
    <joint name="t1_block1_joint" type="slide" axis="1 0 0" limited="false"/>
    <joint type="slide" axis="0 1 0" limited="false"/>
    <geom type="sphere" size="0.002" rgba="1 0 0 1"/>
    <site name="t1_block1" size="0.003" group="3"/>
  </body>
  <body name="t2_block1_body" pos="0 0 0">
    <joint name="t2_block1_joint" type="slide" axis="1 0 0" limited="false"/>
    <joint type="slide" axis="0 1 0" limited="false"/>
    <geom type="sphere" size="0.002" rgba="0 1 0 1"/>
    <site name="t2_block1" size="0.003" group="3"/>
  </body>
```

А также итоговая реализация каждой из нитей:

```
<tendon>
  <spatial range="0.2" limited="false" width="0.003" rgba="0 1 0 1">
    <site site="s1_base"/>
    <geom geom="block1" sidesite="s1_b1"/>
    <site site="t1_block1"/>
    <site site="t1_block2"/>
    <geom geom="block2" sidesite="s1_b2"/>
    <site site="s1_load"/>
  </spatial>

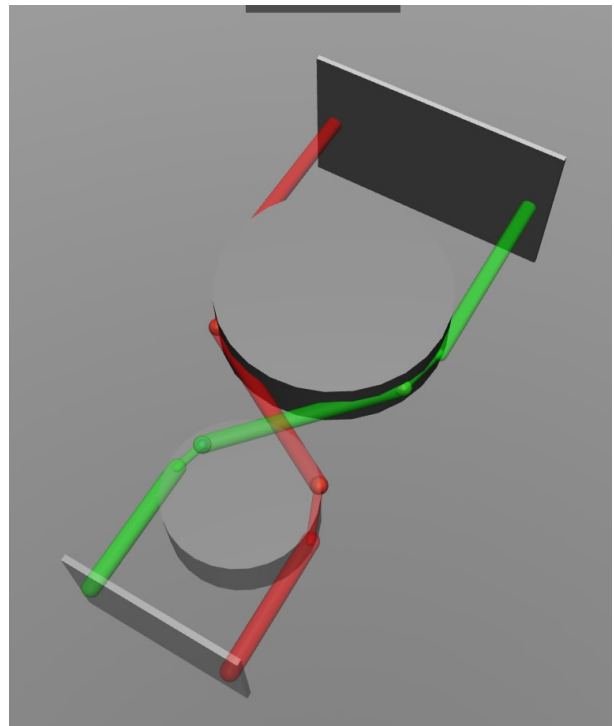
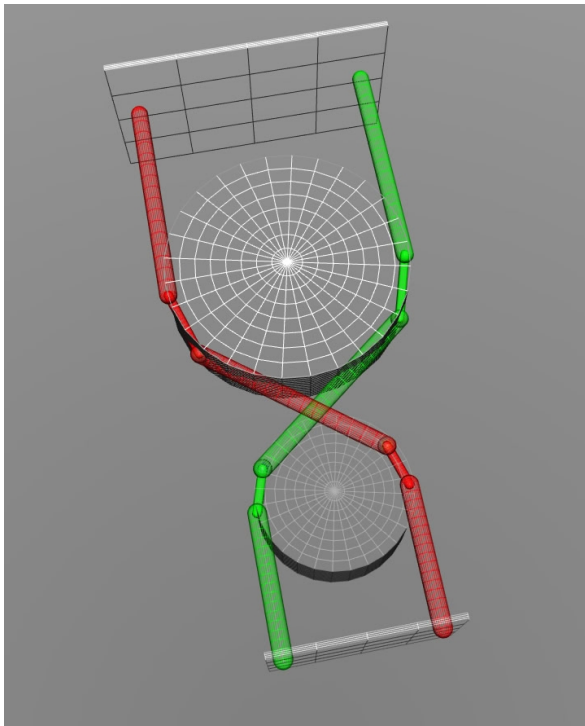
  <spatial range="0.2" limited="false" width="0.003" rgba="1 0 0 1">
    <site site="s2_base"/>
```

```

<geom geom="block1" sidesite="s2_b1"/>
<site site="t2_block1"/>
<site site="t2_block2"/>
<geom geom="block2" sidesite="s2_b2"/>
<site site="s2_load"/>
</spatial>
</tendon>

```

В итоге визуализация решения:



Видно, что каждая нить имеет точку начального соприкосновения с каждым блоком и точку «отрыва» в месте касания. Огибание вокруг блока визуализируется в виде утончения хорды, соединяющий две точки на поверхности.