



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное автономное

образовательное учреждение высшего образования

«Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет

информационных технологий, механики и оптики»

**Факультет Систем управления и робототехники**

**Лабораторная работа №3**

по дисциплине

«Имитационное моделирование робототехнических систем»

**Выполнил:**

Студент группы R4135с  
Взглядов Захар Евгеньевич

**Преподаватель:**

Ракшин Егор Александрович

# Практическая работа №3

## По дисциплине «Имитационное моделирование робототехнических систем»

Студент гр. № R4135с Взглядов З.Е. ИСУ - 507015

### 1. Введение

Целью настоящей работы является построение имитационной модели двухзвенного механизма с использованием программного пакета MuJoCo. В ходе работы необходимо создать XML-конфигурацию механизма, написать Python-скрипт для запуска симуляции и проанализировать корректность построенной модели.

### 2. Исходные данные

Для построения модели использованы следующие параметры:

$R_1$ , м	$R_2$ , м	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м
0,034	0,044	0,049	0,059	0,055

### 3. Аналитические расчеты

#### 3.1. Проверка геометрической реализуемости механизма

Для корректной работы механизма с пересекающимися тросами необходимо выполнение условия геометрической реализуемости. Поскольку тросы должны пересекаться между дисками, расстояние между центрами дисков должно быть меньше суммы их радиусов.

Рассчитаем радиусы дисков:

$$r_1 = \frac{R_1}{2} = \frac{0,034}{2} = 0,017 \text{ м} \quad (1)$$

$$r_2 = \frac{R_2}{2} = \frac{0,044}{2} = 0,022 \text{ м} \quad (2)$$

Сумма радиусов:

$$r_1 + r_2 = 0,017 + 0,022 = 0,039 \text{ м} \quad (3)$$

Сравним с исходным расстоянием между центрами дисков:

$$c_{\text{исх}} = 0,055 \text{ м} \quad (4)$$

Поскольку  $c_{\text{исх}} = 0,055 > r_1 + r_2 = 0,039$ , условие геометрической реализуемости не выполняется. При таком расстоянии тросы не смогут пересечься физически, что противоречит схеме механизма, приведенной в задании.

## 3.2. Корректировка параметра $c$

Для выполнения условия пересечения тросов необходимо, чтобы расстояние между центрами дисков удовлетворяло неравенству:

$$c < r_1 + r_2 \quad (5)$$

Выберем значение  $c$ , удовлетворяющее этому условию и максимально близкое к исходному:

$$c_{\text{нов}} = 0,035 \text{ м} \quad (6)$$

Проверим условие:

$$0,035 < 0,039 \quad \text{— условие выполняется} \quad (7)$$

Таким образом, скорректированное значение  $c = 0,035$  м позволяет реализовать механизм с пересекающимися тросами в соответствии со схемой задания.

## 4. Описание модели

### 4.1. XML-конфигурация

На основе скорректированных параметров была создана XML-конфигурация модели. Основные компоненты модели:

Два цилиндрических шкива (диска) с диаметрами  $R_1 = 0,034$  м и  $R_2 = 0,044$  м

Левый шкив расположен на расстоянии  $a = 0,049$  м от левой стенки

Правый шкив расположен на расстоянии  $c = 0,035$  м от левого шкива

Нагрузка расположена на расстоянии  $b = 0,059$  м от правого шкива

Два пространственных троса (красный и зеленый), пересекающихся между шкивами

Горизонтальные направляющие для движения точек касания тросов

### 4.2. Python-скрипт

Для запуска симуляции использован следующий Python-скрипт:

```
import mujoco
import mujoco.viewer

model_path = "model.xml"
model = mujoco.MjModel.from_xml_path(model_path)
data = mujoco.MjData(model)

with mujoco.viewer.launch(model, data) as viewer:
    while viewer.is_running():
        viewer.sync()
```

Скрипт загружает модель из XML-файла, создает экземпляры `model` и `data`, после чего запускает визуализацию с использованием `viewer`.

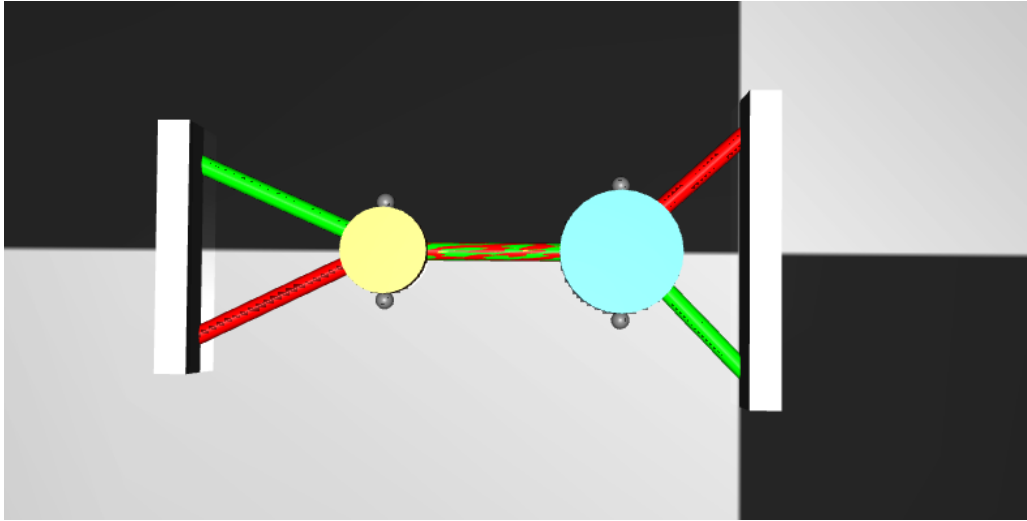


Рис. 1: Результат симуляции двухзвенного механизма

## 5. Результаты симуляции

В ходе симуляции была получена работающая модель механизма с пересекающимися тросами. На рисунке 1 представлен результат работы симулятора.

Как видно из рисунка, модель корректно отображает геометрию механизма. При изменении положения подвижного шкива тросы демонстрируют физически корректное поведение.

## 6. Выводы

1. В ходе работы была построена имитационная модель двухзвенного механизма с использованием программного пакета MuJoCo.
2. Проведен аналитический расчет, показавший невозможность физической реализации механизма с исходными параметрами. Было установлено, что расстояние между центрами дисков должно удовлетворять условию  $c < r_1 + r_2$  для обеспечения пересечения тросов.
3. Параметр  $c$  был скорректирован с 0,055 м до 0,035 м, что позволило создать физически корректную модель.
4. С использованием методов `model`, `data` и `viewer` библиотеки MuJoCo была успешно запущена симуляция механизма.
5. Результаты симуляции подтверждают корректность построенной модели и выполнение всех требований задания.