



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 Р4135с
Взглядов Захар Евгеньевич

Преподаватель:

Ракшин Егор Александрович

Санкт-Петербург
2025

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`.

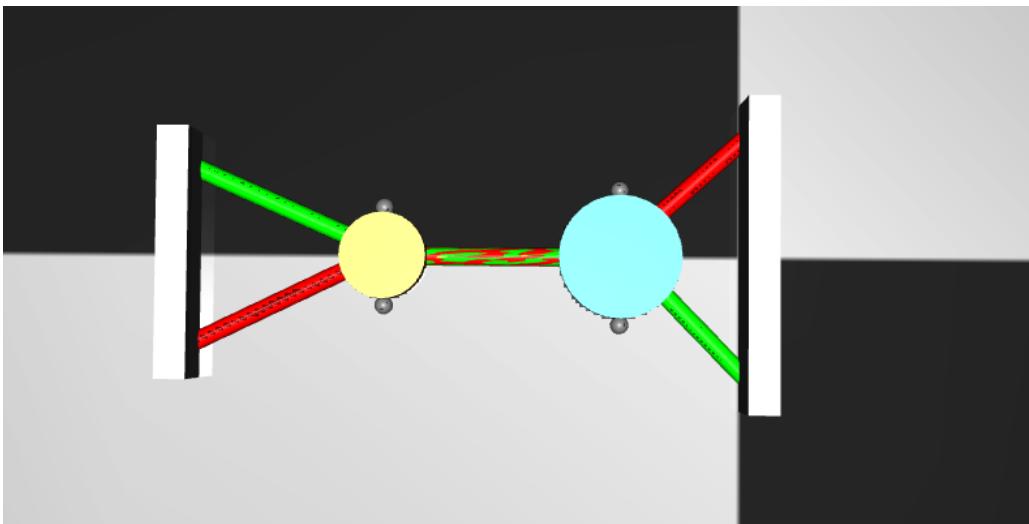


Рис. 1: Результат симуляции двухзвенного механизма

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.