

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 ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЕ  
по дисциплине  
*«Имитационное моделирование робототехнических систем»*

по теме:  
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MUJOCO

Студент:

*Группа R4134c*

*Шилов В.И.*

Предподаватель:

*Ассистент*

*Ракинин Е.А.*

г. Санкт-Петербург, 2025

## **СОДЕРЖАНИЕ**

1 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ .....	3
1.1 Цель работы .....	3
1.2 Задачи .....	3
1.3 Индивидуальное задание .....	3
2 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ .....	4
2.1 Демонстрация симуляции .....	4
3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	6

# 1 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ

## 1.1 Цель работы

Освоение методов моделирования механических систем с использованием физического движка MuJoCo.

## 1.2 Задачи

1. Создать виртуальную модель двухзвенного механизма согласно варианту
2. Настроить параметры соединений, ограничений и приводов системы
3. Провести визуализацию работы механизма
4. Оценить точность и адекватность созданной модели

## 1.3 Индивидуальное задание

Таблица 1 — Геометрические параметры двухзвенного механизма

Параметр	$R_1$ , м	$R_2$ , м	$a$ , м	$b$ , м	$c$ , м
Значение	0.03	0.025	0.04	0.046	0.062

Согласно варианту, необходимо создать модель двухзвенного механизма с тросовой передачей, изображенной на рисунке 1.

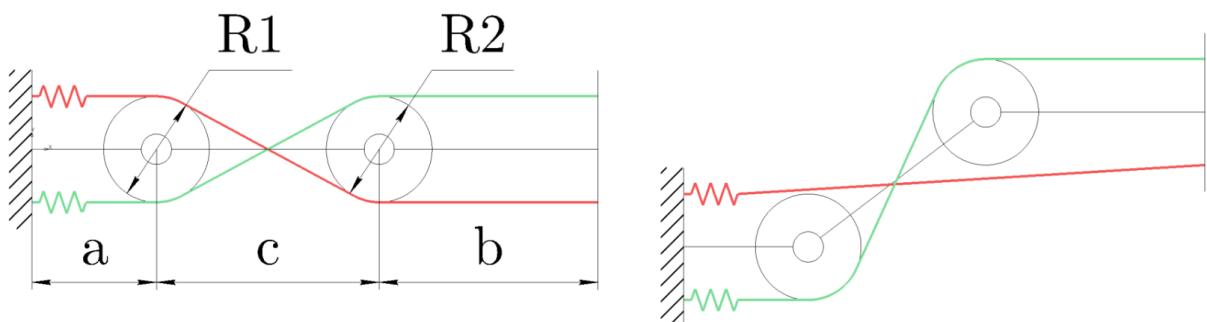


Рисунок 1 — Двухзвенный механизм с тросовой передачей

## 2 ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Для реализации двухзвенного механизма в MuJoCo был спроектирован файл конфигурации симуляции `model.xml`. Файл строится таким образом, что звенья механизма организованы в древовидную структуру, где каждое последующее тело присоединено к предыдущему через шарнирное соединение. Для наглядности связывающие звенья сухожилия отмечены красным и зелёным цветом.

В силу ограничений Мијосо, потребовалось создать фиктивные тела, чтобы обеспечить соединение звеньев с помощью сухожилий. Также для ограничения движения каретки строго по горизонтальной траектории были добавлены фиктивная точка направляющей и соединения типа `weld`. Разработанный `model.xml` файл представлен в репозитории.

### 2.1 Демонстрация симуляции

На рисунке 2 представлен симулируемый механизм в его начальном положении. Видны все основные компоненты системы: три звена механизма, два шкива ( $R_1$  и  $R_2$ ) белого цвета, система сухожилий (красного и зелёного цветов), а также каретка в крайнем положении. Начальная конфигурация соответствует нулевым начальным условиям моделирования.

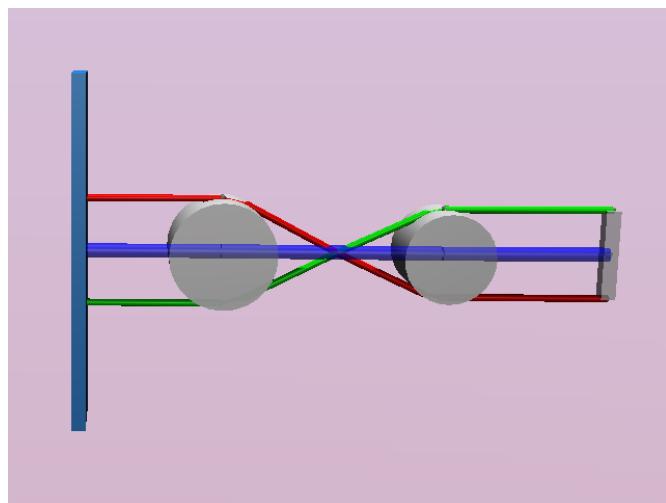


Рисунок 2 — Начальная конфигурация механизма

На рисунке 3 показано состояние механизма после продолжительного моделирования с шагом интегрирования 0.001 с. Также на рисунке в левом

верхнем углу присутствует меню для управления симуляцией. Наблюдается изменение конфигурации системы: звенья заняли новое положение под действием управляющих моментов, сухожилия перераспределили натяжение, а каретка переместилась вдоль направляющей.

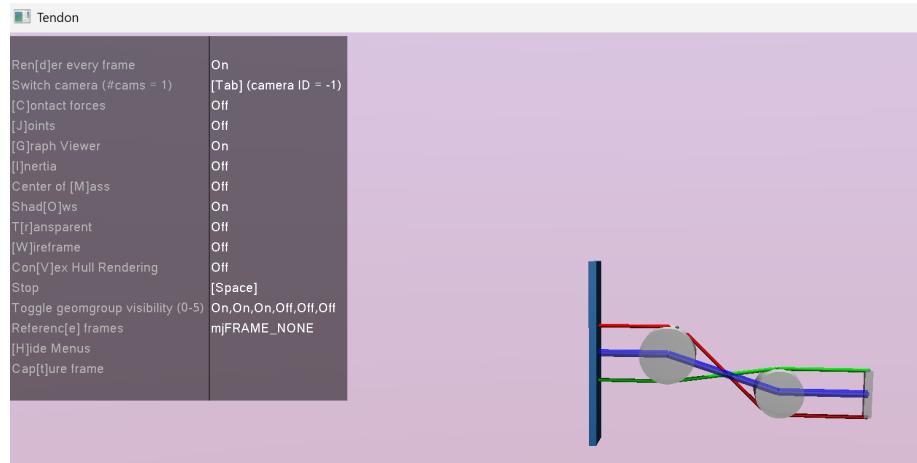


Рисунок 3 — Конфигурация механизма после длительного моделирования

На рисунке 4 представлен график перемещения каретки относительно третьего звена механизма во времени. Характер колебаний свидетельствует о наличии демпфирования в системе. Амплитуда движения каретки не превышает 0.001 м, что соответствует конструктивным ограничениям механизма и подтверждает корректность настройки физических параметров модели.

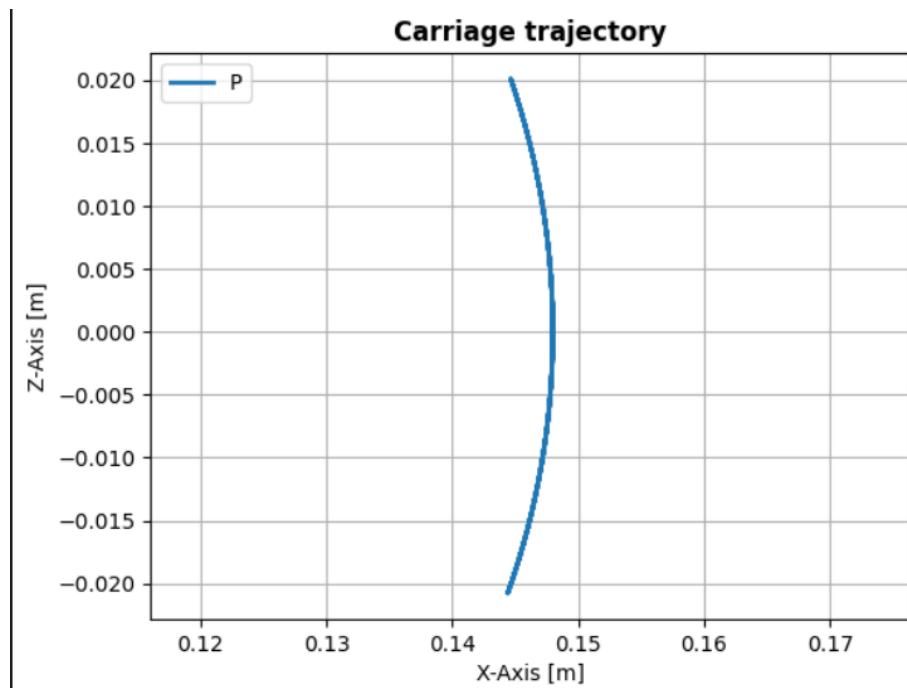


Рисунок 4 — График относительного перемещения каретки по координате X

### **3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе работы была успешно разработана модель двухзвенного механизма в среде MuJoCo. Созданная модель адекватно отражает динамическое поведение реальной системы и подтверждает корректность выбранных математических моделей. Полученные результаты демонстрируют возможность дальнейшего использования разработанной модели для решения задач анализа и синтеза систем управления механизмом.