

Национальный исследовательский университет ИТМО
Мегафакультет компьютерных технологий и управления
Факультет систем управления и робототехники

Отчёт по практическому заданию №4
«Двигатели и сенсоры в MuJoCo»

Студент	Круглов А. С.
Группа	R4133с
Преподаватель	Ракшин Е. А.

Санкт-Петербург
2025

Задание

1) Добавить двигатель поступательному сочленению, представленному на рисунке 1 механизму:

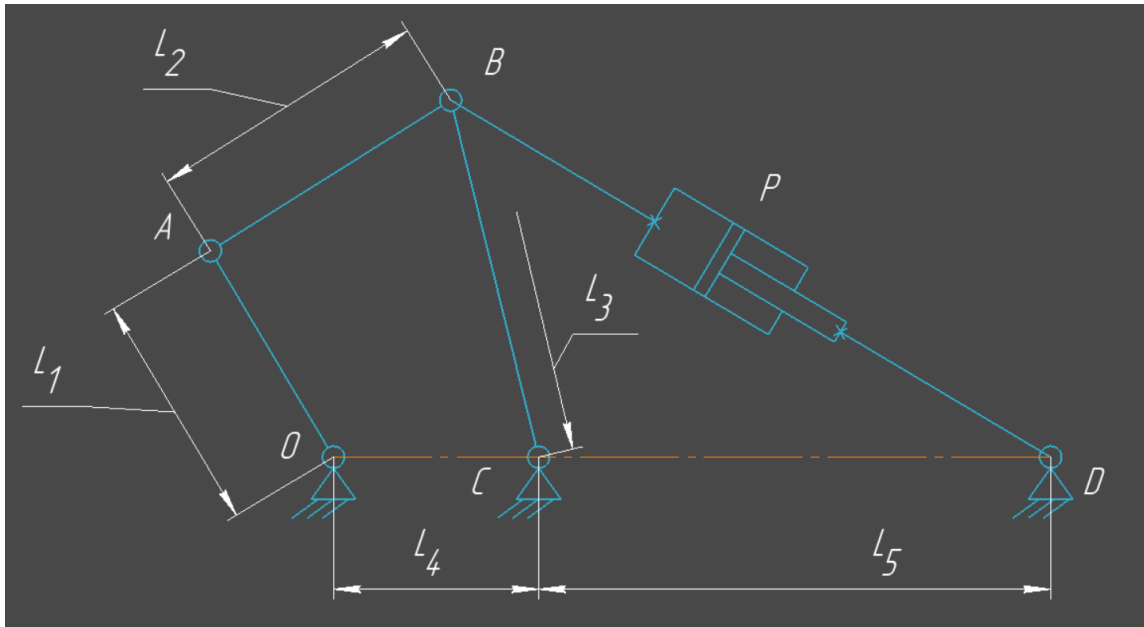


Рисунок 1 – Механизм Optimus's knee

2) Добавить датчик положения;

3) Реализовать контролер на основе ПД регулятора. Желаемая координата определяется следующей формулой:

$$q_{ref} = AMP * \sin(FREQ * t) + BIAS,$$

Где:

$$AMP = 37.02,$$

$$FREQ = 2.17,$$

$$BIAS = -20.3.$$

1. Добавление двигателя и датчика

Ниже представлен листинг xml-файла с добавлением двигателя и датчика положения.

Листинг 1. Добавлением двигателя и датчика положения на поступательное звено

```
<actuator>
  <position name="pd_controller" joint="slider" kp="3000" kv="100"/>
</actuator>

<sensor>
  <jointpos name="q" joint="slider"/>
</sensor>
```

В данной реализации ПД регулятор встроен на уровне двигателя. Вся настройка заключается в подборе коэффициентов и задании желаемой координаты.

2. Реализация управления

Ниже представлен листинг цикла симуляции с реализованным управлением по координате.

Листинг 2. Цикл симуляции

```
while viewer.is_running():

    qref = AMP * np.sin(FREQ * data.time) + BIAS

    qref_list.append(qref)

    data.ctrl[0] = qref

    sensor_name = model.sensor(0).name
    sensor_q_value = data.sensordata[0]

    sen_q.append(sensor_q_value)
    worktime.append(data.time)

    print(f"{sensor_name}: {sensor_q_value:.4f}, qref : {qref}, время : {data.time} ")

    mujoco.mj_step(model, data)
    viewer.sync()
    time.sleep(0.01)
```

Для дальнейшего построения графиков желаемые значения координаты добавляются в список `qref_list`, реальные значения координаты, снятые с сенсора, в `sen_q`, значения времени в `worktime`.

Данные в пункте 3 задания параметры синусоиды не могли быть применены к реализованной в задаче 3 конфигурации механизма.

Подобранные новые значения параметров приняли следующий вид:

$$AMP = 0.025,$$

$$FREQ = 2.17,$$

$$BIAS = 0.05.$$

Ниже приведён листинг построения графиков заданной и реальной координат.

Листинг 3. Построение графиков

```
sen_q = sen_q[200:]
worktime = worktime[200:]
qref_list = qref_list[200:]

plt.plot(worktime, qref_list, label = "qref")
plt.plot(worktime, sen_q, label = "q")
plt.ylabel("Координата")
plt.xlabel("Время")
plt.legend()
```

Для избегания отображения на графиках момента соединения механизма изначально из списков удаляются первые 200 значений.

Полученные графики показаны на рисунке 2.

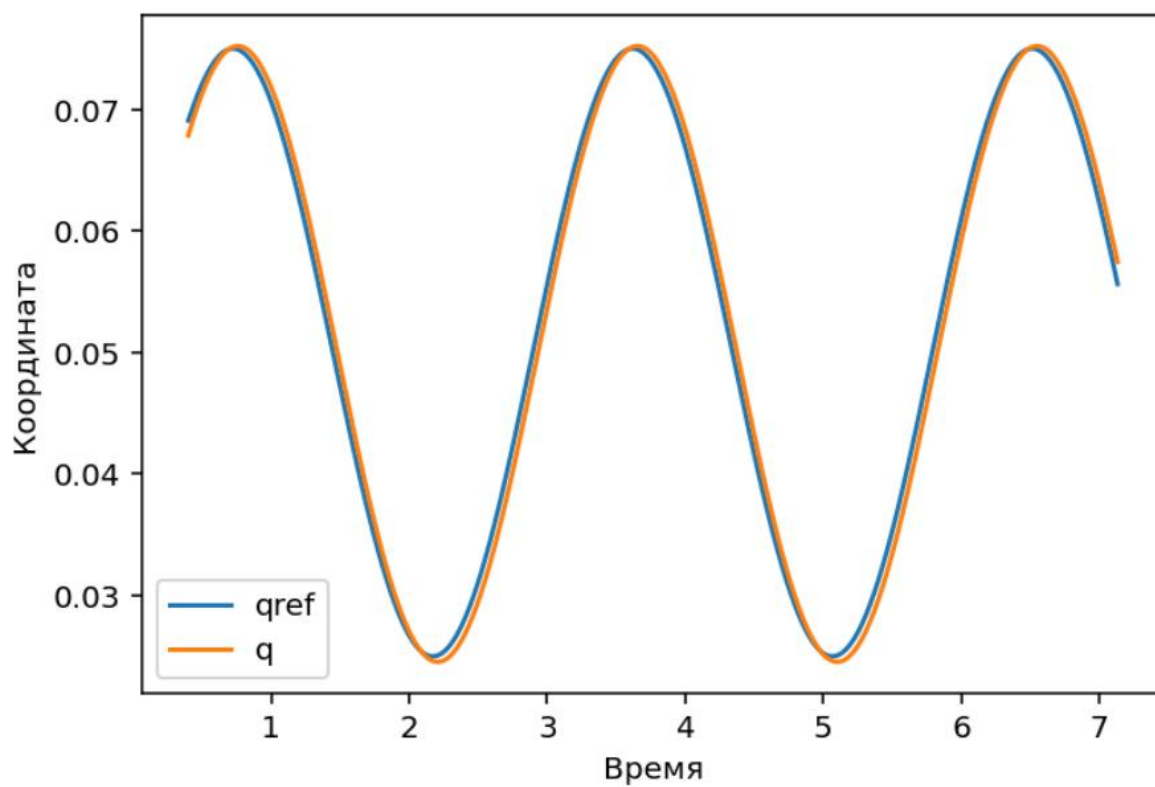


Рисунок 2 – Графики заданной и реальной координат

Для минимизации ошибки по координате были подобраны следующие коэффициенты ПД регулятора:

$$kp = 3000,$$

$$kv = 100.$$