

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МЕХАТРОННОГО МОДУЛЯ
COMPARISON OF FREE MOVEMENT OF ROBOTIC LEG ON EARTH
AND MARS**

Копёнкин К. Н., студент

Карелин А. Н., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет

имени Г. Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

kinstantin.kopyonkin@gmail.com

Kopyonkin K. N., Student

Karelin A. N., CSc (Engineering), Associate Professor

FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies

named After G. F. Morozov»

Voronezh, Russian Federation

Аннотация: В данной статье будет построена модель в Simulink, имитирующая свободное опускание ноги робота на двух планетах: Земле и Марсе. Данная модель необходима для дальнейших исследований движения робота и моделирования движения различных звеньев робота.

Summary: In this article, a model will be built in Simulink simulating the free lowering of a robot's leg on two planets: Earth and Mars. This model is necessary for further research into the robot's movement and modeling the movement of various robot links.

Ключевые слова: Мехатроника и робототехника, робот, движение робота, моделирование движения робота, нога робота.

Keywords: Mechatronics and robotics, robot, robot motion, robot motion simulation, robot leg.

Введение

На данный момент происходит стремительное развитие мехатроники и робототехники, роботы применяются как в быту, так и для исследовательских работ, и, как всем известно, на неизведанные планеты для исследований запус-

кают мехатронные системы, которые работают на электричестве, запасая энергию с помощью солнечных батарей [1-3].

Исследуя материал статьи «Сравнительный анализ видов передвижения сервисных роботов» Камалова Н. С., пришла к выводу, что наиболее подходящий и проходимый способ движения робота по пересечённой местности это ножной. Я хочу рассмотреть, как происходит процесс опускания ноги под собственным весом, и провести сравнительный анализ этого движения на нескольких планетах, так как сила тяжести на разных космических объектах различается, то и интенсивность движения будет отличаться, однако движение будет происходить по одному закону математического маятника.

Что нам даст сравнение опускания ноги на поверхность? Возможность дальнейших исследований и моделирования полного движения ноги робота на основе существующей модели, я рассмотрю именно опускание ноги, таким образом, мы сможем понять, возможно ли на какой-либо из планет отключение электроприводов для этого действия, после поднятия ноги на нужную высоту, что способствует снижению энергопотребления во время передвижения робота.

Описание модели ноги

Модель будем строить в программе Matlab, используя модуль Simulink.

Далее на рисунке 1 приведена схема модели ноги робота, я посчитал, что свободное опускание ноги можно описать двухзвенным маятником, нам нужно лишь выбрать массу, длину звеньев и рассчитать моменты инерции.

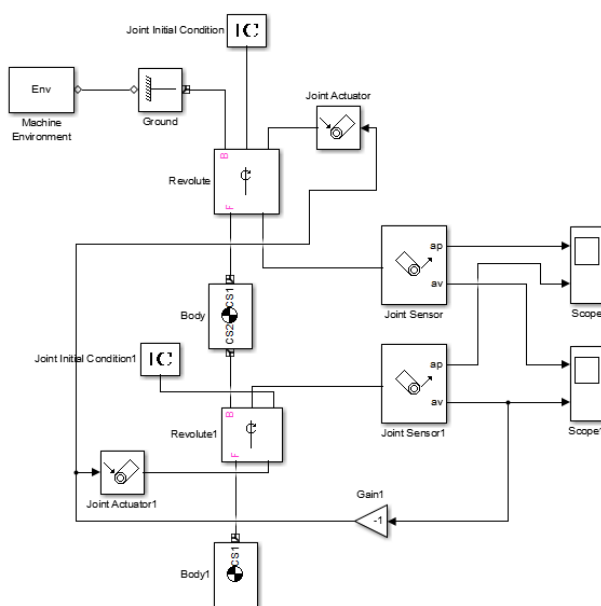


Рисунок 1 — Схема модели ноги робота в Simulink

Блок Machine Environment отвечает за визуализацию движения, так же в этом блоке мы выставляем параметр ускорения свободного падения (На Земле $9,81 \text{ м/с}^2$, на Марсе $3,73 \text{ м/с}^2$).

Блок Ground неподвижная начальная точка подвеса нашей модели, чтобы разместить обе модели (на Земле и на Марсе), для Земли эта точка будет $[0 \ 0 \ 0]$, а для Марса $[2 \ 0 \ 0]$.

Блок Joint Initial Condition и Joint Initial Condition1 задаёт начальный угол движения звена, Возьмём 45° для первого и -45° для второго.

Блоки Revolute и Revolute1 отвечают за вращательное движение между Ground и первым звеном Body; и между звеном Body и Body1

В блоках Body и Body1 мы задаём параметры тела, такие как масса, длина, центры масс и моменты инерций (рисунки 2, 3).

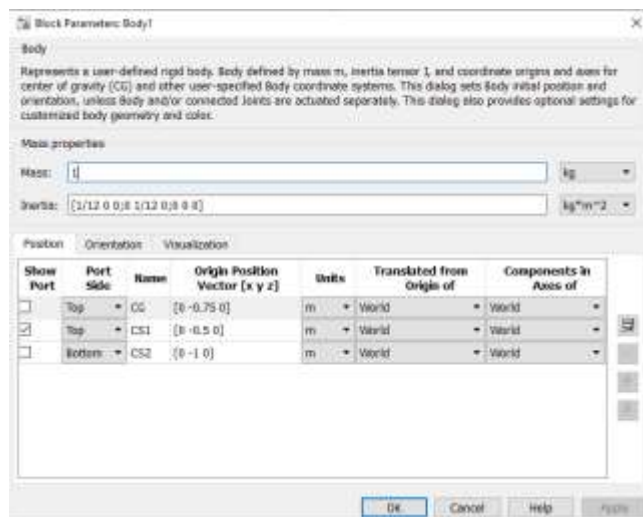


Рисунок 2 – Параметры блока Body (первое тело)

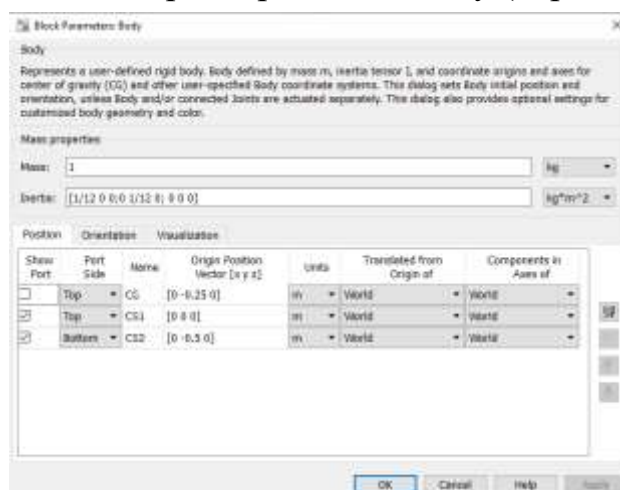


Рисунок 3 – Параметры блока Body1 (второе тело)

С помощью блоков Joint Sensor и Joint Sensor1 мы можем считывать параметры нашей модели, в данном случае угол отклонения (град) и угловую ско-

рость (рад/с). Считанные параметры мы выводим на осциллографы Score и Score1.

Для того чтобы получить результаты на Земле и Марсе сразу при одном запуске, дублируем модель, отличие будет только в расположении звеньев, они будут смещены на два метра правее, и ускорении свободного падения.

Результаты эксперимента

После запуска модели мы можем увидеть 2D визуализацию движения рисунк 4).

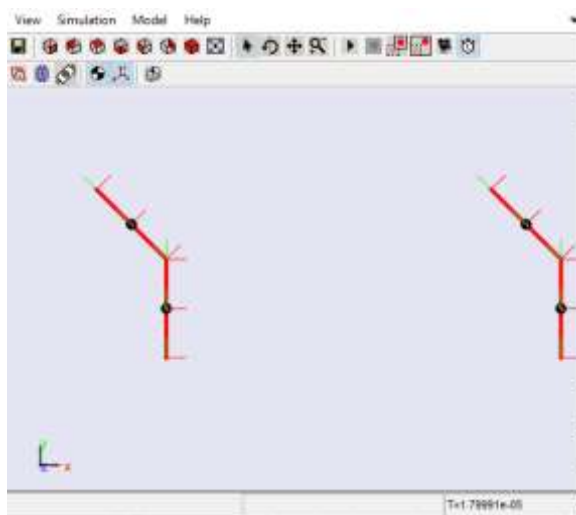


Рисунок 4 – 2D визуализация движения ноги робота на Земле (слева) и Марсе (справа)

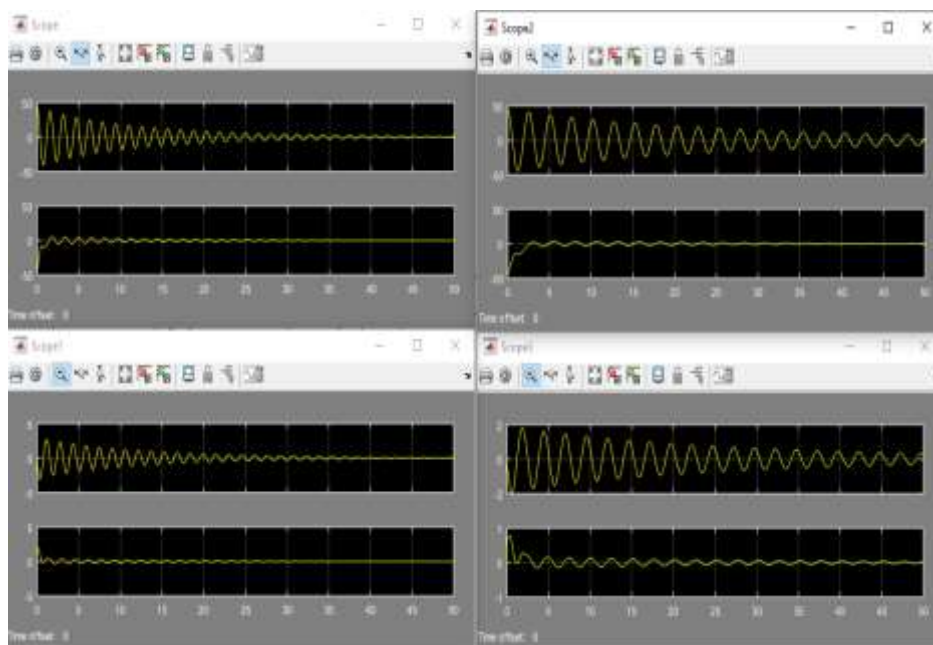


Рисунок 5 – Графики движения ноги робота на Земле (слева) и Марсе (справа)

В блоках Score и Score2 мы видим отклонения первого и второго звена в градусах. В блоках Score1 и Score3 мы наблюдаем изменение угловой скорости первого и второго звена ноги робота соответственно.

Заключение

В итоге мы можем сделать вывод, что движение опускания ноги на Марсе значительно медленнее, чем на Земле, также за счёт меньшего ускорения свободного падения мы наблюдаем то, что колебания на Марсе затухают значительно медленнее, чем на Земле, а также сама скорость движения звеньев меньше. В связи с этим можно сделать вывод, что на Марсе можно опускать ногу робота с полным отключением электропривода, и это не приведёт к повышенному износу механизма.

Хоть это и очевидно, но наша модель позволяет смоделировать это движение, представить параметры этого движения графически, и данная модель может послужить дальнейшей отправной точкой в моделировании полного движения ноги.

Список литературы

1. Дьяконов, В.П. Simulink. Самоучитель / В.П. Дьяконов. – М.: ДМК-Пресс, 2012.–784 с.
2. Овинников, А.А. Основы работы в средах Matlab и Simulink / А.А. Овинников. – М. : КУРС, 2022.– 136 с.
3. Пащенко, Ф.Ф. Теория автоматического управления (с использованием Matlab - Simulink). Практикум / Ф.Ф.Пащенко, Ю.И.Кудинов. – М. : Лань, 2024.- 280 с.

References

1. Dyakonov, V.P. Simulink. Tutorial / V.P. Dyakonov. Moscow: DMK–Press, 2012. 784 p.
2. Ovinnikov, A.A. Fundamentals of work in Matlab and Simulink environments / A.A. Ovinnikov. – М. : COURSE, 2022. – 136 p.
3. Pashchenko, F.F. Theory of automatic control (using Matlab - Simulink). Practicum / F.F. Pashchenko, Yu.I. Kudinov. – М. : Lan, 2024. - 280 p.