

ROBOT DESIGNING AND PROGRAMMING PRACTICAL COURSE METHODOICAL MATERIALS

E.V. Chebotareva, R.N. Abdrahmanova, Z.N. Hadieva

The paper presents a practical course of designing and programming robots developed by the authors. The course is intended for the organization of extracurricular activities of pupils of grades 6-7 in the direction of "Educational Robotics". The concept of the course is based on the idea of creating a robot for students, which evolves as students acquire new knowledge and skills.

Keywords: educational robotics, Arduino, 3D-modeling, organization of extracurricular activities.

УДК 514.822

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО МЕХАНИЗМА В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ MAPLEС.П. Черепанов¹

¹ sergey.cherepanov368@yandex.ru; Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Задача состоит в выводе уравнений движения модели многокомпонентного механизма, состоящего из N числа отдельных двухколесных модулей соединенных между собой с помощью упругих элементов; исследовании зависимости траектории движения многокомпонентного механизма в зависимости от подаваемых моментов на приводы; выводе уравнений моментов на приводах для реализации программного движения многокомпонентного механизма.

Ключевые слова: робот, динамика, многокомпонентного механизма, траектория.

Двухколесный модуль многокомпонентного механизма представляет собой квадратную платформу с двумя двигателями по бокам (для вращения колес). Для соединения отдельных модулей между собой, применяется упругий элемент – пружина (рис. 1).

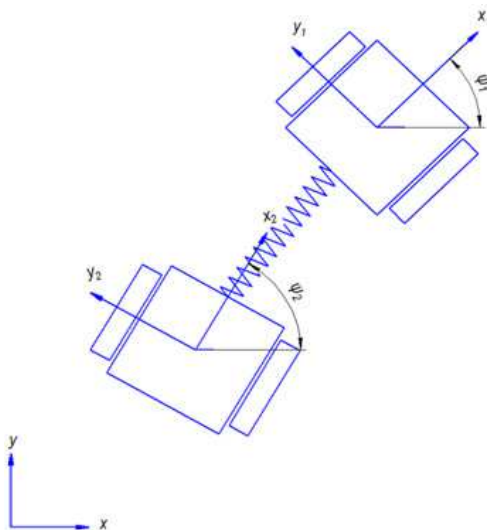


Рис. 1. Принципиальная схема механизма

Вывод уравнений движения осуществляется с использованием алгоритма Маджи [1, 2]

$$\dot{q} = H\dot{\pi}$$

$$H^T \left(\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}} \right)^T - \left(\frac{\partial L}{\partial q} \right) - Q \right) = 0,$$

где L – лагранжиан;

$\dot{q}$ – вектор обобщенных координат;

$\dot{\pi}$ – вектор независимых псевдоскоростей;

H – прямоугольная матрица;

Q – вектор обобщенных сил.

С помощью программы, составленной в математическом пакете Maple [3], получаем систему дифференциальных уравнений.

Вывод уравнений движения, это промежуточный этап работы программы. После того как была получена данная система дифференциальных уравнений, необходимо задать начальные условия и численно решить систему для дальнейшего построения графиков обобщенных координат от времени, а также траектории движения модулей.

Для примера представлены графики зависимости изменения обобщенных координат x и y первого из двух модулей от времени, а также траектория движения при моментах на правых колесах каждого из модулей больших, чем на левых (рис. 2, рис. 3).

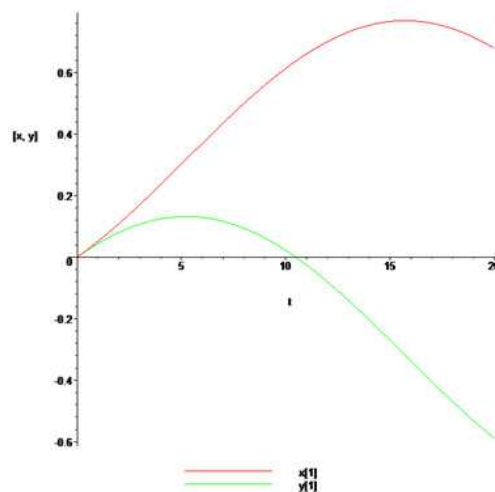


Рис. 2. Зависимость изменения координат $x_1(t), y_1(t)$, при приложенных моментах $M_{j1} < M_{j2}$

Красная линия – траектория первой тележки, а синяя линия – траектория движения второй тележки. Черная линия показывает положение, соединяющей модули, пружины в определенные моменты времени.

Рассмотрим ситуацию, когда по известной траектории движения необходимо найти зависимости для моментов. Зададим желаемую траекторию по трем переменным $x(t), y(t), \psi(t)$.

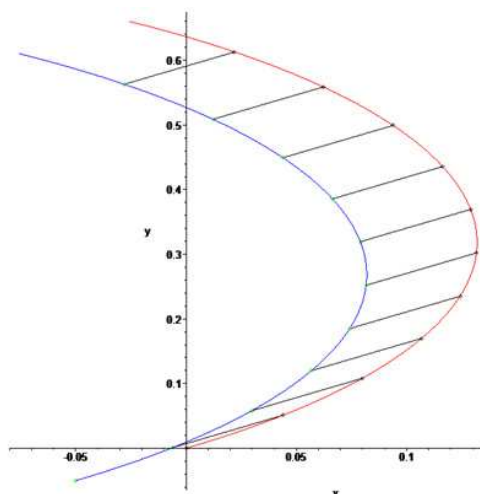


Рис. 3. Траектория движения модулей при приложенных моментах $M_{j_1} < M_{j_2}$

Результатом работы программы, будут являться графики зависимости моментов от времени, а также соотношения для моментов. Для примера рассмотрим первый модуль (рис. 4):

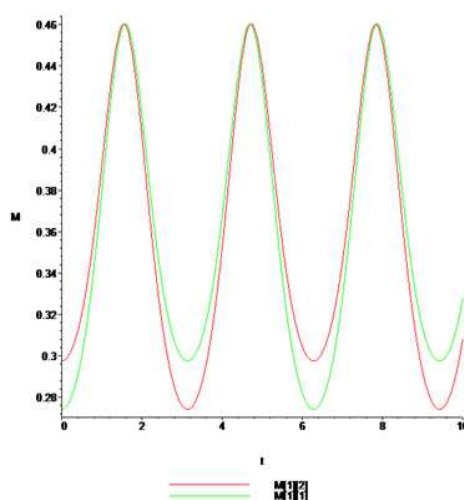


Рис. 4. Зависимость изменения моментов $M_{1_1}(t)$, $M_{1_2}(t)$ при заданной начальной траектории $x_1(t) = t$, $y_1(t) = t$, $\psi_1(t) = \sin(t)$

Таким образом, были составлены две программы, результатом работы которых является вывод уравнений движения многокомпонентного механизма, а также решение прямой и обратной задачи динамики [4, 5].

Литература

1. Павловский В.Е. Динамика, моделирование, управление мобильными роботами / В.Е. Павловский, В.В. Евграфов, В.В. Павловский, Н.В.Петровский. – М.: Изд-во МГУ им. М. В. Ломоносова, 2005. – 18 с.
2. Зацепин М.Ф. Уравнения Лагранжа, Воронца, Чаплыгина в задачах динамики мобильных роботов / М.Ф. Зацепин, Ю.Г. Мартыненко, Д.В. Тиньков. – М.: Изд-во МЭИ, 2005. – 31 с.

3. Кирсанов М.Н. Maple и Maplet. Решения задач механики: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. – СПб.: Изд-во Лань, – 2012. – 512 с.
4. Мартыненко Ю.Г. Динамика мобильных роботов / Ю.Г. Мартыненко // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6. – № 5. – С. 1–7.
5. Мартыненко Ю.Г. Управление движением мобильных колесных роботов / Ю.Г. Мартыненко // Фундаментальная и прикладная математика. – 2005. – Т. 11. – № 8. – С. 29–80.

MODELING OF THE DYNAMIC MODEL OF A MULTICOMPONENT MECHANISM IN THE MAPLE MATHEMATICAL PACKAGE

S.P. Cherepanov

The problem consists in deriving the equations of motion of the multicomponent model mechanism consisting of N number of individual two-wheeled modules connected with each other by means of elastic elements; research dependence of the trajectory of motion of a multicomponent mechanism in depending on the torque applied to the drives; derivation of equations moments on the drives for the realization of program movement multicomponent mechanism.

Keywords: robot, dynamics, multicomponent mechanism, trajectory.

УДК 514.822

ИНДУКТИВНЫЙ ВЫВОД ЗАВИСИМОСТИ ПРОГИБА И СМЕЩЕНИЯ ОПОРЫ АРОЧНОЙ ФЕРМЫ ОТ ЧИСЛА ПАНЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ MAPLE

А.С. Широков¹

¹ as.shirokov@yandex.ru; Национальный исследовательский университет «МЭИ»

В плоской ферме, имеющей две опоры, аналитически находим выражение вертикального смещения среднего узла и горизонтального смещения опоры. Воспользовавшись методом вырезания углов, в системе компьютерной математики Maple определяем в символьной форме усилия в стержнях. Используя метод индукции, получаем зависимости от нагрузки, размеров и количества панелей фермы.

Ключевые слова: Maple, метод индукции, арочная ферма, прогиб фермы.

Пропорции фермы определяются размерами ее панелей a , b , h и числом панелей в средней и боковых частях (рис. 1). Для определения прогиба фермы примем за $2n$ число горизонтальных панелей фермы верхнего пояса, а за m число боковых панелей. Соответственно $2m + 2n$ — общее количество панелей, так как ферма симметрична относительно середины.

Все преобразования выполним в системе компьютерной математики Maple, определение усилий в стержнях — по программе [1] на основе метода вырезания узлов. Обобщение частных решений на произвольное число панелей выполним методом двойной индукции. Этим же способом (но с более простой однократной индукцией) получены решения для плоских ферм [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

Начало координат поместим в левую подвижную опору. Нумеруем узлы и стержни (рис.2).