**Расчет кинематической схемы в системе компьютерной математики “MathCAD”**

А.А. Дубанов к.т.н., доцент, Сибирский Государственный Университет Телекоммуникаций и Информатики, e-mail: [alandubanov@mail.ru](mailto:alandubanov@mail.ru)

1. **Введение**

В данной статье предлагается рассмотреть алгоритм и методика расчета кинематических схем. Применяется в данном алгоритме метод решения систем нелинейных уравнений, описанный в работе [[1]](http://www.apg.mai.ru/Volume9/Number19/duban919.pdf) (метод Драгилева). Данная статья была написана после плодотворных дискуссий на форуме сайта exponenta.ru в топике под названием «Рычажные механизмы». Следует сразу отметить, что результаты, отображаемые в данной статье, далеко не единственные, поскольку много участников дискуссии проводили свои исследования. Наиболее полно метод решения ОДУ представлен в источнике [[4]](http://malplab.ru/invitation_to_the_scientific_debate/)

2. **Постановка задачи**

Для демонстрации работы алгоритма расчета необходимо выбрать реальную кинематическую схему. Мы остановили выбор на схеме уборки шасси самолета-амфибии, (Рис.1). Рисунок был предоставлен на форуме Exponenta.ru В.Ф. Очковым (МЭИ, д.т.н., профессор).

|  |  |
| --- | --- |
| amfib_shassi.gif | Шасси статья.png |
| Рис. 1. Схема уборки шасси | **Рис. 2. Кинематическая схема** |

Мы немного упростили кинематическую схему (Рис.2). Расстояние изменяется с постоянной скоростью. Точки , , закреплены неподвижно, точки , изменяют свое положение в зависимости от расстояния . В нашей кинематической схеме примем следующее:

|  |  |
| --- | --- |
| ,  где , , , а изменяется линейно от времени с постоянной скоростью , . . | (1) |

**3. Формализация задачи**

Систему уравнений (1) для того, чтобы подвести под решение системы нелинейных уравнений методом Драгилева, необходимо подготовить следующим образом. Пусть абцисса и ордината точки будут и . Абцисса и ордината точки будут , . Время будет . Тогда система уравнений (1) приобретает следующий вид:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Мы имеем систему уравнений (2) из 4 уравнений с 5 неизвестными. Далее, система (2) дифференцируется по формальному параметру

|  |  |
| --- | --- |
| , где | (3) |

В качестве одного из нетривиальных решений системы однородных линейных уравнений (3) относительно вектора переменных предлагается следующее решение:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (4) |

Если предположить, что , то система уравнений (4) приобретает законченный вид для передачи во встроенные решатели систем обыкновенных дифференциальных уравнений известных пакетов компьютерной математики.

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Если мы найдем численное решение системы уравнений (5), то это будет определение координат точек и , при условии, что расстояние будет сокращаться с постоянной скоростью , в зависимости от времени .

**3. Реализация задачи в системе компьютерной математики «MathCAD»**

Поскольку мы не обладаем информацией о реальных геометрических характеристиках схемы уборки шасси самолета-амфибии (Рис. 1), то мы позволили себе создать в системе «AutoCAD» чертеж (Рис. 2) с произвольными параметрами, схематически похожий на шасси самолета-амфибии. Далее, произведен импорт точек чертежа в два текстовых файла, отвечающих за начальное и конечное положение системы. В следующей таблице приводится программный код решения задачи расчета динамики рычажного механизма, указанного в Рис. 2.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Для корректной работы программы необходимо создать каталог с указанными файлами. |
|  | Начальное и конечное положение системы |
|  | Расчет геометрических характеристик чертежа (Рис. 2) |
|  | Задание скорости сокращения расстояния |
|  | Задание системы уравнений (2) |
|  | Вычисление матрицы (Якобиан) |
|  |  |
|  | Вектор начальных данных |
|  | Встроенный решатель систем ОДУ методом Рунге-Кутта 4 порядка. Выдает решение в виде матрицы размерности . Промежуток времени равномерно делится на 500 интервалов, . |
|  | Точечная система  В движении, зависимость от времени, в нашем случае время отображает переменная FRAME (кадр). |
|  | Итоговый результат работы программы. Число кадров 500. |

По ссылке [[2]](http://www.youtube.com/watch?v=bsMJk10KN4M) можно просмотреть анимированное изображение в зависимости от времени. Скачать текст программы в системе компьютерной математики «MathCAD 15» можно по следующей ссылке [[3]](http://dubanov.exponenta.ru/)

[1] Элетронный журнал «Прикладная Геометрия»

<http://www.apg.mai.ru/Volume9/Number19/vol9num19_1.pdf>

<http://www.apg.mai.ru/Volume9/Number19/duban919.pdf>

[2] <http://www.youtube.com/watch?v=bsMJk10KN4M>

[3]<http://dubanov.exponenta.ru> . Вкладка «Статья «Рычажные механизмы»»

[4] <http://malplab.ru/invitation_to_the_scientific_debate/>