

Пакет программ DifEqTools численно -
аналитического моделирования
нелинейных динамических систем и
построения графических компьютерных
моделей

Ю.Г. Игнатьев, А.Р. Самигуллина
(Yurii Ignat'ev, Alsu Samigullina)

Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского
Казанский федеральный университет

Казань 30 марта 2017

Системы уравнений, решаемые с помощью пакета DifEqTools

Пакет DifEqTools создан на основе более ранних авторских пакетов DifEq и Splines и позволяет решать численными методами любые системы обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ), разрешенных относительно старших производных:

$$\begin{aligned} y_i^{(n_i)} = & F_i(y_1, \dots, y_N, y_1', \dots, y_N', y_1'', \dots, y_N'', \dots, \\ & y_1^{(n_1-1)}, \dots, y_1^{(n_N-1)}, t); \quad (i = \overline{1, N}), \end{aligned} \quad (1)$$

где $y^{(n)} = d^n y / dt^n$ – обозначение n -той производной функции $y(t)$ по независимой переменной t , – времени, а F_i – непрерывно-дифференцируемые функции своих переменных. Будем в дальнейшем полагать выполненными начальные условия для системы (1):

$$y_i^{(k)}(t) \Big|_{t=t_0} = C_i^k; \quad (k = \overline{1, n_i - 1}; i = \overline{1, N}), \quad (2)$$

соответствующие стандартной задаче Коши, где C_i^k – начальные значения производных k -го порядка функций $y_i(t)$. При этом команды пакета выводят численное решение системы в функциональном виде $y_i(t)$, не требующим дополнительных программных процедур для реализации.

Численно-аналитические решения систем ОДУ

Пакет программ DifEqTools позволяет представлять численные решения в виде сплайнов, позволяющих обращаться с полученными решениями, как с обычными аналитическими функциями, в том числе, например, дифференцировать и интегрировать эти решения простыми командами и результат опять представлять в сплайновой форме (т.е., в форме кусочно-заданной функции, состоящей из полиномов).

Работа с пакетами DifEq и Splines

Загрузка пакетов

Для загрузки пакетов файл **YuDifEqTools.m** должны быть помещен в ту же папку, в которой находится **сохраненный рабочий файл name.mw**, либо указаны абсолютные или относительные ссылки на эти файлы, например, **D:/Maple/libraries/YuDifEqTools.m**.

ПАКЕТ ПРОГРАММ **DifEqTools** - ИНСТРУМЕНТОВ ЧИСЛЕННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*проф. Юрий Геннадьевич. Игнатьев,
Алсу Ринатовна Самигуллина,
Казань, Казанский университет, март 2017*

```
> restart;  
> read `YuDifEqTools.m`;
```

- ▶ Назначение пакета
- ▶ Скорость вычислений на "стандартном компьютере"
- ▶ Формат ввода и вывода информации
- ▶ Вывод конфигурационных траекторий одной из динамических переменных, т.е., типа $y(t)$, $\frac{dx(t)}{dt}$ и т.п.
- ▶ Вывод фазовой траектории по паре динамических переменных - основной переменной и ее производной, т.е., параметризованной кривой типа $[y(t), \frac{dx(t)}{dt}]$ и т.п.
- ▶ 3d-фазовые траектории
- ▶ Анимация конфигурационных и фазовых траекторий на основе численных решений
- ▶ Графические процедуры с использованием сплайновой аппроксимации численных решений

Рис. 1. Вид окна Maple с загруженным пакетом.

Графический вывод численных решений систем нелинейных ОДУ DifEqTools

Пакет DifEqTools создан на основе более ранних авторских пакетов DifEq и Splines и позволяет автоматически выводить в графическом представлении 2d и 3d, статические и динамические графики, построенные, как на численных, так и сплайновых решениях нелинейных систем ОДУ любого порядка, с выводом на графики любых неизвестных функций и любых их производных. Координатные оси автоматически нумеруются.

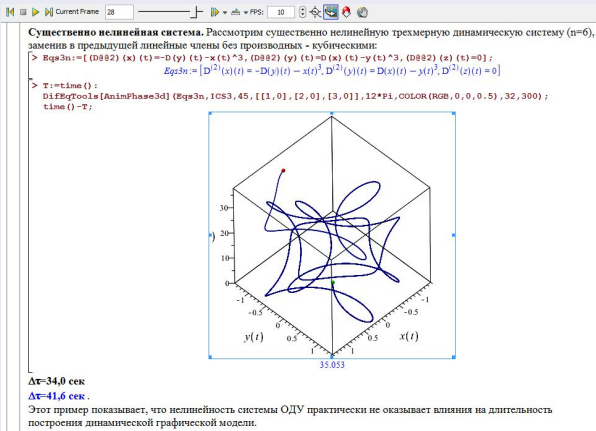


Рис. 2. Вид окна Maple с выводом решения нелинейной системы ОДУ 3-го порядка относительно 3-х переменных в формате 3d-анимации из 32 кадров. Время создания анимационной модели $\Delta t = 34$ сек.

Пакет программ
DifEqTools

Юрий Геннадьевич
Игнатьев

Назначение пакетов

Загрузка пакетов

Авторские права и
ссылки

Литература



Игнатьев Ю.Г. Математическое моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple. Лекции для школы по математическому моделированию. // Казань: Казанский университет, 2014. 298 с.



Игнатьев Ю.Г., Абдулла Х.Х. Комплекс программ для математического моделирования нелинейных электродинамических систем в системе компьютерной математики Maple // Вестник Российского университета дружбы народов. Математика. Информатика. Физика. 2010. Вып. 4. С. 65–76.



Игнатьев Ю.Г., Абдулла Х.Х. Математическое моделирование нелинейных обобщенно - механических систем в системе компьютерной математики Maple // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Физико-математические науки. 2010. Вып. 2 (14). С. 67–77.



Игнатьев Ю.Г. Программа автоматизированного распознавания системы обыкновенных дифференциальных уравнений произвольного порядка, разрешенных относительно старших производных, автоматизированного управляемого численного интегрирования задачи Коши для нее и выводом решений в функциональной, сплайновой форме в системе компьютерной математики Maple // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2012613751, 20 июня 2012 г. Федеральная служба по интеллектуальной собственности; RU ОБПТ №3(80). 20.09.2012. – с. 606



Игнатьев Ю.Г., Абдулла Х.Х. Программные процедуры численного решения задачи Коши для системы нелинейных дифференциальных уравнений в форме сплайнов // Системы компьютерной математики и их приложения. Материалы 11-й междун. конферен. – Смоленск: изд-во СмолГУ. – 2010. – с. 23-24.