

УДК 510:514:517.9:534

**О ВИЗУАЛИЗАЦИИ ФАЗОВОГО ПРОСТРАНСТВА
ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ В КУРСЕ ПРЕПОДАВАНИЯ
ДИСЦИПЛИНЫ "ОСНОВЫ НЕЛИНЕЙНОГО АНАЛИЗА"**

В.В. Графов

ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», Мариуполь
e-mail: grafov@mail.ru

Математические модели нелинейных динамических систем широко используются и хорошо зарекомендовали себя в самых различных областях науки и техники. Методология анализа таких систем оформилась в новое научное направление – синергетику. В Приазовском государственном техническом университете к вариативной части профессионального цикла подготовки бакалавров относится дисциплина «Основы нелинейного анализа», которая нацелена на выявление общих принципов эволюции и самоорганизации сложных систем на основе построения и исследования нелинейных динамических моделей. Курс дисциплины нацелен на формирование у студентов нелинейного стиля мышления, который важен в любой области знания.

Наиболее наглядным методом исследования нелинейных динамических систем является построение и анализ фазового пространства при помощи различных численных алгоритмов с применением ПЭВМ. Компьютерная визуализация фазового пространства позволяет продемонстрировать студентам такие важные понятия синергетики, как «пределный цикл», «странный аттрактор», «сечение Пуанкаре».

Для визуализации фазового пространства применяются как программы общего назначения Mathematica, MathCAD, MatLab, так и специализированные программы, например, WInSet [1]. Последняя наиболее простая и удобна для применения в учебном процессе для студентов технических и гуманитарных специальностей. Однако в ней не реализован такой важный качественный метод анализа фазового пространства, как построение сечения Пуанкаре.

Автором, совместно со студентами специальности «Прикладная математика», разработана и внедрена в учебный процесс компьютерная программа MND под операционную систему Windows. Программа позволяет визуализировать фазовое пространство и сечение Пуанкаре трехмерных нелинейных динамических систем с непрерывным временем. Для численного интегрирования использовался обобщенный на многомерный случай метод Рунге-Кутты 4-го порядка.

На рис.1 представлен скриншот рабочего окна программы с выбранной для моделирования системой Ресслера.

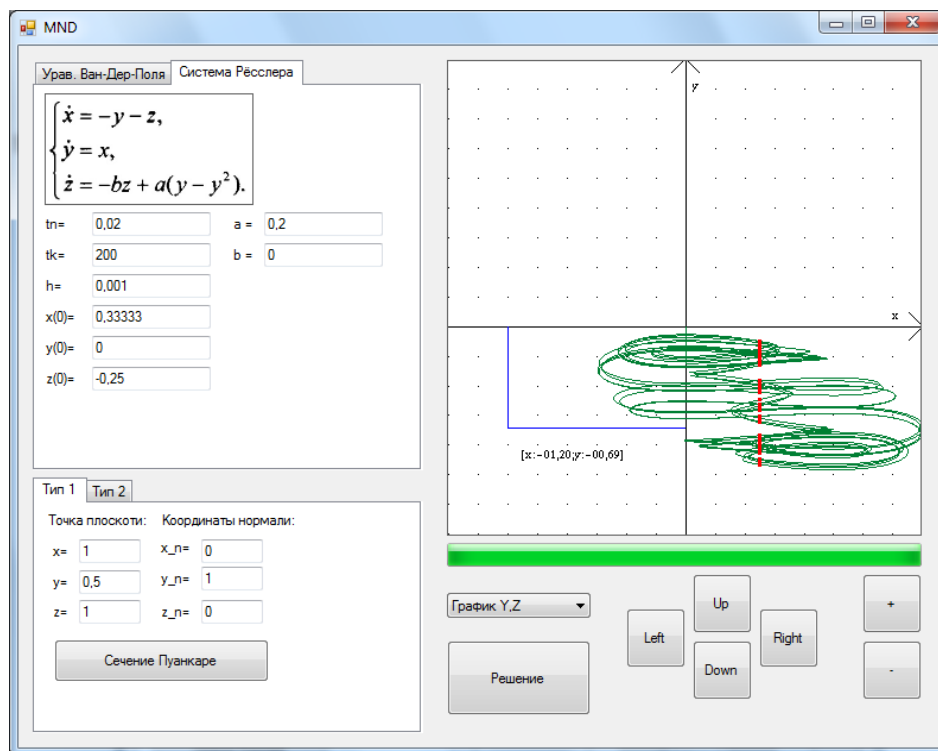


Рис.1. Рабочее окно программы MND

На экране компьютера отображена ортогональная проекция фазового портрета системы на координатную плоскость XY (возможен выбор проекций на координатные плоскости XZ и YZ).

Построение сечения Пуанкаре реализовано двумя способами, совместное применение которых дает возможность наглядного строить и трансформировать плоскость сечения. Первый способ позволяет строить плоскость Пуанкаре по заданной точке и заданному нормальному вектору. Второй способ осуществляет построение плоскости в цилиндрической системе координат по двум заданным углам и радиус вектору. Также пользователь имеет возможность изменять масштаб отображения и перемещаться в плоскости графика системы.

Программа написана на языке СИ. При работе над ней созданы и отлажены специальные функции для построения графики в двумерной декартовой системе координат.

Программа MND используется при выполнении лабораторных работ курса синергетики. Также ее можно использовать и для практических исследований трехмерных систем с непрерывным временем.

Литература

1. Морозов А.Д. Визуализация и анализ инвариантных множеств динамических систем /А.Д. Морозов, Т.Н. Драгунов. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 304 с.