# ПАКЕТ ПРОГРАММ STEP. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ.

А. Ю. Березин, И. А. Гайнова, С. И. Фадеев
(Новосибирск)

Проблема численного исследования автономных систем встречается во многих приложениях, связанных с математическим моделированием каталитических реакций, процессов в биологии, в задачах физики и механики. При этом основная цель исследования состоит в выявлении нелинейных эффектов, описываемых математической моделью, т.е. в определении тех значений параметров модели, которые характеризуются возникновением автоколебаний, множественностью решений, высокой параметрической чувствительностью в их окрестности и т.д.

Детальный качественный параметрический анализ поведения автономных систем, включая стационарные решения, возможен лишь для отдельных моделей. В общем случае, т.е. для автономных систем из $N$ обыкновенных дифференциальных уравнений вида $dy/dt = f(y, \alpha)$, где $\alpha$ – параметр модели, исследование носит характер численного эксперимента. Применение методов, не учитывающих специфику правых частей автономной системы, позволяет:

а) организовать методом продолжения по параметру численное построение зависимости $y(\alpha)$ стационарных решений системы $f(y, \alpha) = 0$, с одновременным определением областей по $\alpha$ множественности решений;

б) определить их устойчивость и отметить на диаграмме стационарных решений точки, в которых неустойчивое стационарное решение переходит в устойчивый предельный цикл (бифуркация Хопфа);

в) интегрированием автономной системы получить автоколебания, либо организовать поиск стартового стационарного решения методом продолжения по параметру $\alpha$;

г) выявить области по $\alpha$, в которых все стационарные решения неустойчивы, что означает самовозбуждение автоколебаний при любых начальных данных для автономной системы.

Пакет программ STEP, разработанный в Институте математики им. С. Л. Соболева СО РАН, предназначен для реализации пунктов а) – г) численного исследования автономных систем общего вида, в частности, систем нелинейных уравнений, не обязательно являющихся правыми частями автономной системы. Пакет включает оригинальные алгоритмы, к которым относятся вариант метода продолжения стационарных решений по параметру, определение устойчивости стационарных решений и интегрирование жестких автономных систем полунеявным методом Розенброка 2-го порядка. С подробным описанием пакета STEP можно ознакомиться в [1], где приведены ссылки на литературу, в том числе на публикации, свидетельствующие о большой практике использования пакета STEP в приложениях.

Последняя версия пакета, разработанная в 2000 г., включает в себя следующие дополнительные возможности. Раздел "Задача Коши" дополнен алгоритмом интегрирования Гира. Для качественного исследования задачи пользователю предлагаются следующие возможности: увеличение отрезка интегрирования; перенос начала счета по $t$ и изменение значения интересующего пользователя параметра модели, выбранного для исследования; определение периода. Переработан также раздел "Создание модели", в котором пользователь при создании или коррекции модели работает в удобном для записи уравнений редакторе.

[1] *Фадеев С.И., Покровская С.А., Березин А.Ю., Гайнова И.А.* Пакет программ STEP для численного исследования систем нелинейных уравнений и автономных систем общего вида. Описание работы пакета STEP на примерах задач из учебного курса "Инженерная химия каталитических процессов": Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 1998. – 188 с.

*E-mail:* fadeev@math.nsc.ru