

## Лабораторная работа № 4

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ НЕЛИНЕЙНОЙ ДИССИПАТИВНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

**Цель работы:** получить навык численного исследования динамики нелинейной диссипативной динамической системы, обладающей странным аттрактором.

### Задание на лабораторную работу

Рассматривается нелинейная двухпараметрическая автономная динамическая система

$$\frac{dx}{dt} = f(x, y, z; a, b),$$

$$\frac{dy}{dt} = g(x, y, z; a, b),$$

$$\frac{dz}{dt} = h(x, y, z; a, b).$$

Функции  $f, g, h$  выбираются в соответствии с номером варианта по таблице 4.1.

Для заданной системы выполнить следующие задания.

- 1) Определить области изменения параметров  $a$  и  $b$ , в которых данная динамическая система является диссипативной.
- 2) Определить стационарные точки диссипативной системы.
- 3) Исследовать стационарные точки на асимптотическую устойчивость по первому приближению.
- 4) Определить значения параметров  $a$  и  $b$ , при которых в системе появляется странный аттрактор.
- 5) Написать вычислительную программу на языке программирования Си++, реализующую процедуру численного интегрирования исходной диссипативной системы по методу Рунге-Кутты 4-го порядка точности.
- 6) С использованием вычислительной программы провести серию вычислительных экспериментов, демонстрирующих различные виды динамики системы. Построить траектории системы в окрестности стационарных точек. Определить численно значения параметров  $a$  и  $b$ , при которых в системе существует странный аттрактор и при которых система переходит в режим автоколебаний.

### Отчетность

По результатам решения задачи составить отчет по лабораторной работе, который должен содержать постановку решаемой задачи, аналитический расчет стационарных точек и анализ их устойчивости, описание численного алгоритма решения системы, результаты проведенных в соответствии с заданием вычислительных экспериментов и графики траекторий системы для всех характерных режимов, анализ полученных результатов и выводы по работе.

Таблица 4.1

№ варианта	$f(x, y, z; a, b)$	$g(x, y, z; a, b)$	$h(x, y, z; a, b)$
1	$y$	$z$	$ax + by - z - x^3$
2	$a(y - x)$	$by - xz$	$-3z + xy$
3	$5(x - z)$	$by + xz$	$az + \frac{1}{3}xy$
4	$y - 3x + ayz$	$by + z - xz$	$-9z + 2xy$
5	$4x - byz$	$ay + xz$	$x - 5z + xy$
6	$y$	$z$	$-x + ay + bz + x^2$
7	$a(y - x)$	$bx + y - xz$	$-\frac{8}{3}z + xy$
8	$9(y - x)$	$ax - y - xz$	$bz + xy$
9	$0.2x + yz$	$ax + by - xz$	$-z - xy$
10	$a(x + y)$	$-y + axz$	$b - axy$
11	$ax + y$	$-x - 0.4y + 5xz$	$bz - 5xy$
12	$ax + by - yz$	$x$	$-z + y^2$
13	$a(y - x)$	$bx - 2xz$	$e^{xy} - \frac{5}{2}z$
14	$-x + y + yz$	$-x - y + axz$	$z + bxy$
15	$y$	$ay + (1 - z)x$	$bz + x^2$