

# КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ В ДВУМЕРНОЙ И ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧАХ А.Н.КОЛМОГОРОВА ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОЙ НЕСЖИМАЕМОЙ ЖИДКОСТИ

Евстигнеев Н.М.<sup>1</sup>, Силаев Д.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт Системного Анализа Российской Академии Наук., лаб.11-3 "Хаотические динамические системы", с.н.с, 117312, Москва, проспект 60-летия Октября, 9.

8(495)998-7683, evstigneevnm@yandex.ru

<sup>2</sup> МГУ им. М.В. Ломоносова, Механико-Математический Факультет, Кафедра Общих Проблем Управления, доцент, 119234, Москва, ул.Ленинские горы, д1, 8(495)939-5632,

DASilaev@mail.ru

Работа посвящена качественному исследованию ламинарно-турбулентного перехода. Ставится начально-краевая задача А.Н. Колмогорова [1] для уравнений Навье-Стокса на двумерном и трехмерном торе. Проводится краткий анализ литературы и показываются найденные ранее механизмы усложнения решений с увеличением числа Рейнольдса. Делается предположение, что усложнение решения может быть описано системой бифуркаций стационарных и нестационарных решений. Для численного решения используется два метода: псевдо-спектральный метод и метод Галеркина. В качестве базисных функций используются S-сплайны, разработанные Д.А.Силаевым [2]. Данные сплайны обладают заданной степенью гладкости и высоким порядком аппроксимации (используются сплайны класса  $C_2$ , девятой степени). Доказывается ряд утверждений. Для двумерной задачи проводится бифуркационный анализ. С увеличением числа Рейнольдса для двумерной задачи были найдены следующие бифуркации:

$$PF \rightarrow C \rightarrow T \rightarrow T2 \rightarrow \dots \rightarrow T3 \times 2 \rightarrow \dots \rightarrow T7 \rightarrow T5 \rightarrow T3 \rightarrow Ch. \quad (1)$$

Где:  $PF$  - бифуркация вилки,  $C$  - цикл (бифуркация Андронова-Хопфа),  $T$  - тор (бифуркация Андронова-Хопфа);  $\times 2$  - удвоение периода (каскад Фейгенбаума);  $Tn$  - тор периода  $n$ ;  $Ch$  - хаос. Таким образом, полностью найден каскад Шарковского. Как известно, [3], после тора периода три ( $T3$ ), наступает хаос. Для трехмерной задачи показаны результаты решения, проводится сопоставление с аналитическим двумерным решением в квазидвумерной постановке. Показывается наличие бифуркаций типа вилки.

## Литература.

1. Арнольд В.И., Мешалкин Л.Д. Математическая жизнь в СССР, семинар А.Н.Колмогорова по избранным вопросам анализа (1958/1959).// УМН, т.XV, в.1(91), 1960г., 247-250.
2. Силаев Д.А., Коротаев Д.О. Решение краевых задач с помощью S-сплайна.// Компьютерные исследования и моделирование, 2009, т. 1, № 2, с. 161-171.
3. Шарковский А.Н. и др. Динамика одномерных отображений. - Киев: Наукова думка, 1989.