

**Бифуркационный анализ систем большой размерности с учетом отсоединенных решений**

**Авторы:** Н.М. Евстигнеев, О.И. Рябков

Большинство задач в мире, описываемые математическими моделями, относятся к нелинейным системам, которые в общем виде могут быть сформулированы как  $F(\mathbf{x})=0$ , где  $\mathbf{x}$  – неизвестное решение, а  $F$  – в общем случае нелинейный оператор. Примерами таких систем выступают классические и новые модели в физике, информатике, науках о земле, биологии, экономике и др. Сложные системы допускают только лимитированное аналитическое исследование, что приводит к необходимости численных исследований данных систем. Такие исследования включают в себя поиск решений и анализ поведения системы в окрестности данных решений. При этом желательно найти все решения при заданном наборе параметров, чтобы более точно описать все возможные варианты поведения системы. Заметим, что большинство интересующих нас процессов представляются численными моделями большой размерности – такие системы нельзя решать прямыми методами (например решением матричных уравнений) за обозримое время. Основная идея предлагаемого подхода заключается в применении методов дефляции решений на основе абстрактного оператора – дефлятора  $M$  в аддитивной форме, позволяющего заменить исходную задачу на  $M(\mathbf{x},S)F(\mathbf{x}) = 0$ , где  $S$  – множество всех ранее найденных или известных решений. Применение методов Ньютона и продолжение решений (методы продолжения по псевдо-дуге и метод Мура-Пенроуза) к новой модифицированной задаче позволяет найти множественные ветви решений. Предлагаются реализации методов, которые позволяют выполнять расчет как на рабочих станциях и персональных компьютерах, так и на гибридных кластерных архитектурах. Данные методы уже применяются к задачам гидродинамики и моделированию проводимости в ионных жидкостях.

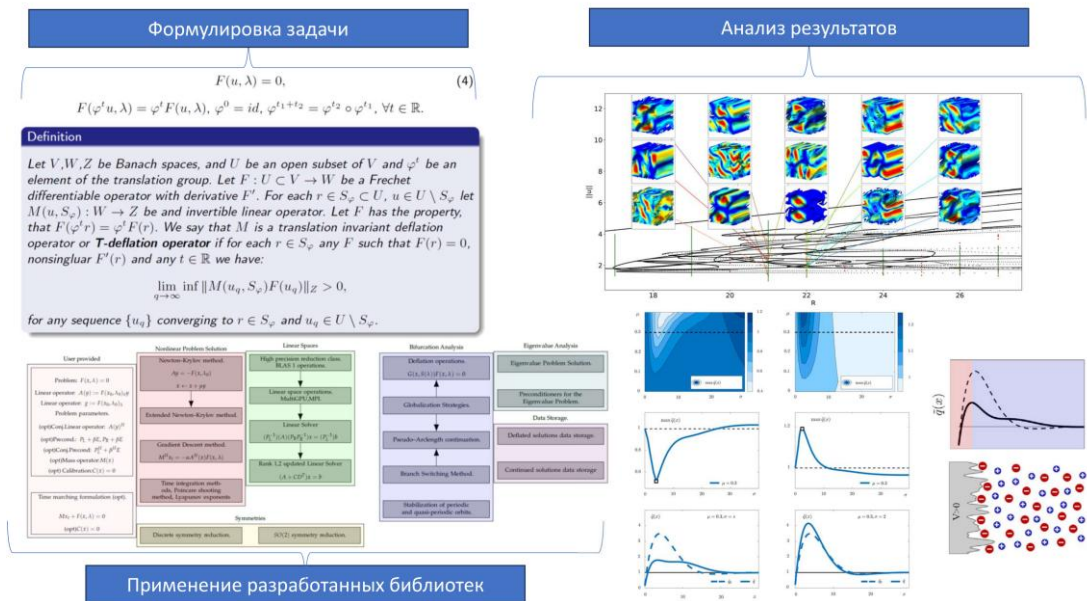


Рис. Пример процесса работы: от формализации задачи к анализу результатов.

**Публикации:**

1. *Evstigneev N.M. et al.* Disconnected Stationary Solutions in 3D Kolmogorov Flow and Their Relation to Chaotic Dynamics // *Mathematics*, 2024. Vol. 12. Art. 3389. DOI:10.3390/math12213389. WoS Q1.
2. *Nesterova I., Evstigneev N.M., et al.* Mechanism of overscreening breakdown by molecular-scale electrode surface morphology in asymmetric ionic liquids // *Journal of Colloid and Interface Science*, 2025. Vol. 677, Part B. P. 396-405. DOI: 10.1016/j.jcis.2024.08.040. WoS Q1.
3. *Evstigneev N.M., Ryabkov O.I.* On Modifications and Performance of the Hypr BoomerAMG Library Application to Elliptic and Saddle-Point Problems // *Communications in Computer and Information Science (CCIS)*, 2025. Vol. 2241 (в печати). WoS, Scopus Q3