

# Использование метода стандартных методов интегрирования при решении уравнений кинетики реактора.

Семенов А.А. ЛТС МИФИ

В работе описано использование метода Гира (или аналогичных методов интегрирования) при решении уравнений пространственной кинетики реактора. Предлагаемый подход позволяет, за счет использования особенностей системы уравнений, применить давно ставшие классическими методы численного решения задачи Коши. Предлагаемый алгоритм позволяет получить высокий порядок аппроксимации решения по времени с малыми дополнительными вычислительными затратами.

Высокие требования к точности расчета характеристик активной зоны и возросшие возможности вычислительной техники, привели к широкому распространению методов с высоким порядком пространственной аппроксимации нейтронного потока[1][3]. После достижения некоторого порога, методы высокого порядка получают преимущество, тем большее, чем выше порядок аппроксимации.

Естественно, что в этих условиях хочется использовать схему интегрирования уравнений высокого порядка аппроксимации, поскольку это позволяет не только повысить точность получаемого решения, но и в некоторой степени гарантировать получение правильного результата за счет использования переменного шага интегрирования.

В настоящее время доступно большое количество библиотек, реализующих адаптивные алгоритмы решения систем «жестких» дифференциальных уравнений [2], однако непосредственное их применение осложнено необходимостью решения уравнений для всех переменных – включая эмиттеры запаздывающих нейтронов. Поэтому возникают вопросы

- Как адаптировать стандартные алгоритмы, чтобы обеспечить эффективность сравнимую с эффективностью алгоритмов с аналитическим решением уравнений предшественников (АИП).
- Каков соотносятся порядки временной аппроксимации разных схем.
- Как изменять порядок аппроксимации если это необходимо.
- Как построить схемы с переменным шагом интегрирования.

Для снижения трудоемкости интегрирования с использованием готовых библиотек предлагается интегрировать полную систему, но снизить затраты на решение пошаговых систем уравнений, время решения которых и составляет практически все время затрачиваемое на интегрирование. Затраты снижаются за счет учета структуры матрицы системы уравнений – проведением блочной факторизации матрицы. Это позволяет исключить из системы уравнений уравнения для динамики эмиттеров и все аналогичные по структуре уравнения.

Показано что предлагаемый алгоритм интегрирования

- По трудоемкости проведения одного шага интегрирования не сложнее алгоритмов АИП.
- Точность совпадает с точностью аналогичных по порядку представления нейтронного потока алгоритмов АИП (совпадает порядок и константа погрешности).
- Применение блочной факторизации не нарушает работы алгоритмов интегрирования.

## Литература

1. Батулин Д.М. Развитие методов повышенной точности для решения реакторных задач. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. МОСКВА МИФИ 2002.
2. TIDE – tools for the integration of differential equations. [Andreas Hohmann, hohmann@zib-berlin.de](mailto:Andreas.Hohmann@zib-berlin.de)
3. V.G. Zimin and D.M. Baturin, Polynomial Nodal Method for Solving Neutron Diffusion Equations in Hexagonal-Z Geometry. Annals of Nuclear Energy v.29 N8, 2002
4. D. Gignestar, G. Verdu, V. Vidal, R. Bru, J. Marin and J.L. Munoz-Cobo HIGH ORDER BACKWARD DISCRETISATION OF THE NEUTRON DIFFUSION EQUATION, Ann. Nucl. Energy Vol.25 No. 1-3 pp. 47-64, 1998
5. M.T. Sissaoui, J.Koclas and A. Hebert Solution of the improved and generalized quasistatic methods by Kaps and Rentrop integration scheme with stepsize control Ann. Nucl. Energy Vol.22 No. 12 pp.763-774, 1995