

Сравнительный анализ эффективности методов минимальных невязок и IDR(s) в решении задач газовой динамики*

Вдовин Владислав Владимирович

Студент (бакалавр)

Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, Саранск, Россия

E-mail: vladsaransk27@mail.ru

В работе рассматривается применение разрывный метод Галёркина (DG) с неявной схемой интегрирования по времени для решения системы уравнений газовой. Применён безматричный метод Ньютона-Крылова (JFNK), позволяющий решать СЛАУ без явного формирования матрицы Якоби за счёт аппроксимации действия якобиана на вектор. Выполнен сравнительный анализ двух итерационных методов решения СЛАУ внутри JFNK: метода минимальных невязок (MINRES) и метода IDR(s). В качестве тестовой задачи выбрана задача о развитии неустойчивости Кельвина-Гельмгольца с периодическими граничными условиями в двумерной постановке.

Проведён анализ эффективности методов по таким критериям, как скорость сходимости, количество итераций и вычислительные затраты на шаг по времени. Исследование показало, что на маленьких промежутках времени, порядка 10^{-4} , IDR(s) обеспечивает более быструю сходимость и требует меньшего числа итераций для достижения заданной точности по сравнению с MINRES, что важно при решении крупномасштабных задач газовой динамики. Таким образом, IDR(s) демонстрирует более высокую эффективность при решении задач газовой динамики на вычислительных системах с GPU NVIDIA T4 Tensor Core.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-21-00308

Источники и литература

- 1) 1. Масыгин В. Ф., Жалнин Р. В., Тишкин В. Ф. Применение неявной схемы разрывного метода Галеркина к решению задач газовой динамики на графических ускорителях NVIDIA. // Вестн. ЮУрГУ. Сер. Матем. моделирование и программирование. 2022. Т. 15, № 2. С. 86–99. DOI: <https://doi.org/10.14529/mmp220207>
- 2) 2. Knoll D. A., Keyes D. E. Jacobian-free Newton-Krylov methods: a survey of approaches and applications. Journal of Computational Physics. 2004. Vol. 193, No. 2. P. 357-397.
- 3) 3. Sonneveld P., van Gijzen M.B. IDR(s): A Family of Simple and Fast Algorithms for Solving Large Nonsymmetric Systems of Linear Equations // SIAM Journal on Scientific Computing. 2008. Vol. 31. No. 2. P. 1035–1062.