

Секция «Вычислительная математика, математическое моделирование и численные методы»

Тестирование нескольких схем повышенного порядка точности с квазиодномерной реконструкцией переменных при расчетах на неструктурированных сетках

Научный руководитель – Колесник Елизавета Владимировна

Бабич Елена Викторовна

Студент (бакалавр)

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Институт прикладной математики и механики, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: lll.helen.lll@mail.ru

Современные задачи аэродинамики и аэроакустики, решаемые посредством численного моделирования, требуют адекватного разрешения мелкомасштабных возмущений с сохранением их волновых свойств, при этом качество и ресурсоемкость вычислений в первую очередь определяются точностью используемых численных схем [1-4]. В настоящее время среди схем высокого порядка точности, применяемых для решения задач на неструктурированных сетках по методу конечного объема, большее распространение получили схемы с квазиодномерной реконструкцией переменных [2-4]. Согласно данному подходу вначале с использованием различных полиномов определяются значения «основных» переменных слева и справа от грани, после чего расчет вектора газодинамических потоков на грани проводится с использованием реконструированных значений. К настоящему времени исследованиям по данной тематике посвящено большое количество публикаций, однако в литературе до сих пор имеются различные мнения по данному вопросу [3]. Настоящая работа посвящена тестированию нескольких схем повышенного порядка точности (3-го и 5-го порядка) с квазиодномерной реконструкцией переменных при расчетах на неструктурированных сетках с различным типом сеточных элементов.

Расчеты выполнены с использованием конечно-объемного «неструктурированного» программного кода SINF/Flag-S, разрабатываемого в СПбПУ. В рамках данной работы код SINF/Flag-S был дополнен возможностью проведения расчетов с применением схем 3-го и 5-го порядков точности. Для нахождения точек расширенного шаблона реконструкции на неструктурированных сетках был реализован алгоритм, предложенный в работах [3, 4] (ранее в коде SINF/Flag-S данный алгоритм был реализован для схем второго порядка точности).

В работе проведен анализ и сопоставление схем с квазиодномерной реконструкцией, построенных в соответствии с конечно-разностным и конечно-объемным подходом. Тестирование схем вначале проведено на одномерной задаче конвективного переноса и показано, что достигаются предсказываемые теорией порядки точности (до пятого включительно). Подробное исследование проведено на аналогичной двумерной задаче переноса сигнала; проанализировано влияние типа сетки, а также формы ячеек на точность расчетов.

Источники и литература

- 1) Liu X.-D. Weighted Essentially Non-oscillatory Schemes / X.-D. Liu, S. Osher, T. Chan // Journal of Computational Physics. – 1994. – Vol. 115. – № 1. – P. 200-212.
- 2) Bram van Leer, Hiroaki Nishikawa, Towards the ultimate understanding of MUSCL: Pitfalls in achieving third-order accuracy, Journal of Computational Physics, Vol. 446, 2021, 110640, ISSN 0021-9991.

- 3) Бахвалов П. А. Схема с квазиодномерной реконструкцией переменных, определенных в центрах элементов трехмерной неструктурированной сетки / П.А. Бахвалов, Т.К. Козубская // Матем. моделирование. – 2016. – Т. 28. – № 3. – С. 79-95.
- 4) Le Touze C. Multislope MUSCL method for general unstructured meshes / C. Le Touze, A. Murrone, H. Guillard // Journal of Computational Physics. – 2015. – Vol. 284. – P. 389-418.

Иллюстрации

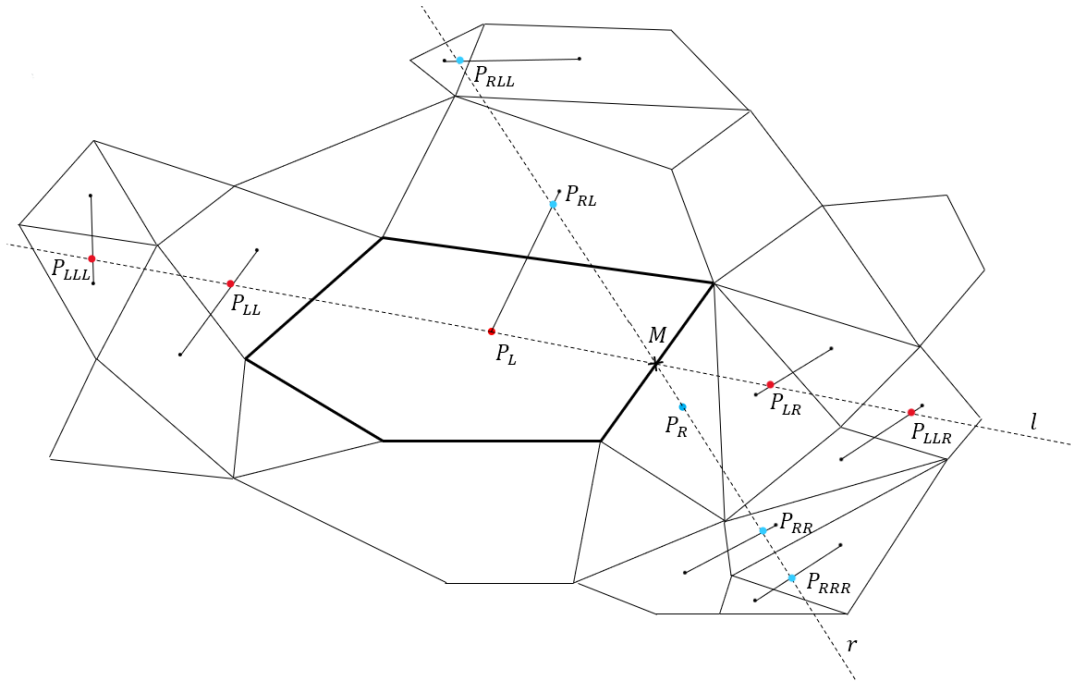


Рис. 1. Алгоритм для нахождения точек шаблона реконструкции, предложенный в работах [3], [4]