

ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ЗВУКОВЫХ ТОЧЕК В СХЕМЕ КАБАРЕ

Исаков Виктор Александрович

Ассистент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: visakov@cs.msu.ru

Рассматривается новая вычислительная технология расчёта потоковых переменных на новом временном слое в схеме КАБАРЕ [1].

Схему КАБАРЕ можно отнести к классу балансно-характеристических схем [2], однако её особенность заключается в том, что вместо процедур интерполяции, приводящих к возникновению аппроксимационной вязкости, для определения потоковых переменных используются процедуры экстраполяции. Переход к экстраполяционной процедуре позволил построить схему, обладающую свойством временной обратимости на дозвуковых и сверхзвуковых течениях, в которых характеристики одного семейства не пересекаются. Временная обратимость, в частности, подразумевает отсутствие диссипации, обусловленной аппроксимационными явлениями. Схема КАБАРЕ консервативна, имеет второй порядок аппроксимации на нерегулярных расчётных сетках, минимально возможный компактный вычислительный шаблон, улучшенные по сравнению с другими схемами второго порядка дисперсионные характеристики и естественным образом включает в себя нелинейную коррекцию потоков, базирующуюся на принципе максимума [3], что позволяет отнести схему КАБАРЕ к классу схем высокой разрешающей способности [4].

Практика использования схемы КАБАРЕ для решения многомерных нестационарных модельных и производственных газодинамических задач выявила как её сильные стороны, так и определенные недостатки. К сильной стороне можно отнести её универсальность, простоту распараллеливания и высокий модернизационный потенциал. К недостаткам — проблемы с робастностью на трансзвуковых течениях. Последнее связано с большим количеством возможных вариантов обработки т.н. «звуковых точек». Описанные ранее алгоритмы, основанные на интуитивных физических представлениях [1,5], не обеспечивают должной надежности расчётов.

Предлагается новый алгоритм обработки звуковых точек, основанный на понятии аппроксимации и требовании сохранения временной обратимости на трансзвуковых волнах разряжения. Данная

технология позволяет единообразно рассматривать все случаи возникновения звуковых точек. Изложение проводится на примере простейшей одномерной гиперболической системы уравнений — уравнениях мелкой воды над неровным дном.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-01-00333.

Литература

1. Головизнин В. М., Зайцев М. А., Карабасов С. А., Короткин И. А. Новые алгоритмы вычислительной гидродинамики для многопроцессорных вычислительных комплексов. М.: Изд-во Московского университета, 2013.
2. Головизнин В. М., Карабасов С. А. Балансно – характеристические схемы с разделенными консервативными и потоковыми переменными. Мат. моделирование. 1998. Т. 15, № 9. С.29–48.
3. Головизнин В. М., Карабасов С. А. Нелинейная коррекция схемы «Кабаре». Мат. моделирование. 1998. Т. 10, № 12. С.107–123.
4. Harten A. High Resolution Schemes for Hyperbolic Conservation Laws. J. of Comput. Phys. 1983. Vol. 49, № 3. P.357–393.
5. Головизнин В. М., Карабасов С. А., Кондаков В. Г. Обобщение схемы КАБАРЕ на двумерные ортогональные расчетные сетки. Мат. моделирование. 2013. Т. 25, № 7. С.103–136.