

Что нового принес 2021 год в код NOISEtte

Сектор вычислительной аэродинамики и аэроакустики
ИПМ им. М. В. Келдыша РАН

Программный комплекс NOISEtte предназначен для вихререзающего моделирования турбулентных течений в задачах аэродинамики и аэроакустики. Численная методика использует экономичные схемы повышенной точности на неструктурированных сетках, неявные схемы по времени, гибридные RANS-LES подходы к моделированию турбулентности. Прогресс в развитии кода за этот год включает следующие изменения.

Улучшен гетерогенный параллельный алгоритм, расширена OpenCL реализация для расчетов на массивно-параллельных ускорителях [1].

Разработан новый подход [2] для аппроксимации вязких членов в уравнениях Навье–Стокса для вершинно-центрированных реберных схем. На симплициальных сетках он совпадает с методом P1 Галеркина, а на несимплициальных имеет преимущество: в случае неявной схемы можно использовать упрощенный якобиан, в портрете которого присутствует только смежность узлов по ребрам, а не по элементам. Это значительно сокращает потребление памяти, что особенно важно при расчетах на GPU.

Реализована модель ламинарно-турбулентного перехода Лэнгтри-Ментера, а также алгоритмы вычисления подсеточных масштабов Δ_ω , Δ_ω , Δ_{SLA} в пореберной форме для LES.

Разработана новая формулировка метода погруженных границ на основе штрафных функций Бринкмана для корректного описания взаимодействия акустических волн с границей твердого тела. Предложен подход для моделирования твердых тел методом погруженных границ с использованием пристеночных функций.

Разработан метод учета особенностей геометрии при использовании динамической сеточной адаптации к телам сложной формы. Использование информации о кривизне и медиальных осях позволило построить управление степенью анизотропии ячеек вдоль поверхности тела и лучше разрешить сложные участки, содержащие углы и тонкие кромки.

Реализована поверхность смешения для моделирования конфигураций ротор-статор в задачах турбомашиностроения. Используется неотражающий консервативный подход.

Ведется работа по созданию графического интерфейса пользователя. Используется проблемно-ориентированный подход с ограниченным набором параметров под конкретный вид приложений.

Также будет представлен полученный опыт практических расчетов на гибридных кластерных системах и выполненные в 2021 году новые численные исследования.

Ссылки:

1. Andrey Gorobets, Pavel Bakhvalov. Heterogeneous CPU+GPU parallelization for high-accuracy scale-resolving simulations of compressible turbulent flows on hybrid supercomputers. Computer Physics Communications. Vol 271. 2022. 108231.
<https://doi.org/10.1016/j.cpc.2021.108231>
2. Bakhvalov P.A., Surnachev M.D. Method of averaged element splittings for diffusion terms discretization in vertex-centered framework. Journal of Computational Physics. 2021. 110819.
<https://doi.org/10.1016/j.jcp.2021.110819>