

# МУЧИТЕЛЬНАЯ ИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ НАУЧНОГО CFD КОДА ДЛЯ ГИБРИДНЫХ СУПЕРКОМПЬЮТЕРОВ

**А.В. Горобец**

*ИПМ им. М. В. Келдыша РАН, Москва, gorobets@keldysh.ru*

Рассматривается гетерогенный программный комплекс NOISEtte [1] для моделирования турбулентных течений и аэродинамического шума от них. Для распараллеливания используются стандарты MPI, OpenMP и OpenCL, что позволяет задействовать много CPU и GPU, причем разных производителей. В предыдущей работе [1] гордо сообщалось о высоком ускорении и параллельной эффективности на крупных вихреразрешающих расчетах. Однако дальнейший переход от расчетов сферических коней в вакууме к расчетам промышленно-ориентированных задач доставил хлопот.

Реализация вычислений на GPU была рассчитана на частичное портирование и позволяла оставить на CPU часть сложной, но дешевой функциональности. Однако GPU оказались слишком быстрыми, каждая оставленная на CPU мелочь разрасталась до неприличных размеров. В докладе пойдет речь о подключении к GPU версии разных наворотов: пристеночные функции, поверхности смещения, скользящий интерфейс, генератор синтетической турбулентности и др. Также поговорим о функционале для надежности и отказоустойчивости, что особенно важно в случае схем повышенной точности, но пониженной социальной ответственности [2]. Рассказ будет обильно дополнен жалобами о нехватке памяти на GPU, а также о негативных тенденциях в развитии вычислительной техники. При этом, возможно, будут предложены какие-то пути решения возникающих проблем.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ, проект 19-11-00299.

## **Литература**

1. A. Gorobets, P. Bakhvalov. Heterogeneous CPU+GPU parallelization for high-accuracy scale-resolving simulations of compressible turbulent flows on hybrid supercomputers. *Comput. Phys. Comm.* Vol. 271. 2022. 108231.
2. P. Bakhvalov, T. Kozubskaya. EBR-WENO scheme for solving gas dynamics problems with discontinuities on unstructured meshes. *Comput. Fluids.* Vol. 157. 2017. 312–324.