

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Стручкова Андрея Викторовича**  
на тему **«Повышение эффективности трехмерного численного моделирования  
сверхзвуковых течений при конечно-объемной дискретизации на  
неструктурированных сетках»**,  
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических  
наук по специальности 1.1.9 — Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертация Стручкова А.В. посвящена актуальной проблеме, связанной с разработкой эффективных численных схем и алгоритмов для моделирования сверхзвуковых течений на неструктурированных сетках. С этой целью автор диссертации провел исследование ударно-волновой структуры течения при сверхзвуковом обтекании тел различной конфигурации на произвольной неструктурированной сетке. Далее автор предложил оригинальную модификацию известного ограничителя Venkatakrishnan, которая позволяет убрать его случайное срабатывание в областях неструктурированной расчетной сетки. Также автор предложил гибридный метод расчета градиента, основанный на взвешивании величины градиента, полученного по методу Грина-Гаусса и метода наименьших квадратов, при этом коэффициент смешения зависит от коэффициента вытянутости ячейки (aspect ratio). Анализ предложенных модификаций выполнен на задачах о сверхзвуковом обтекании тел различной формы.

Для ускорения проведения расчетов по стационарному сверхзвуковому обтеканию объектов автором предложены и реализованы два алгоритма. Первый алгоритм связан с процедурой предварительного решения задачи на последовательности огрубленных расчетных сеток. Данный алгоритм позволяет сократить время на нахождении стационарного обтекания на 20-30%. Второй алгоритм связан с проведением статической адаптации расчетной сетки, который позволяет автоматически измельчать сетку в «зонах интереса».

В заключительной главе автор применяет предложенные методы и алгоритмы для решения двух прикладных задач. В первой задаче рассматривается численное исследование сверхзвукового течения в канале, характеризующееся взаимодействием отраженной ударной волны с пристеночным слоем течения. Во второй задаче рассматривается сверхзвуковое обтекание маневренного летательного аппарата.

При прочтении автореферата возникли следующие вопросы и замечания:

- при тестировании предложенного модифицированного ограничителя хотелось бы видеть сравнение не только с ограничителями Venkatakrishnan, но с другими существующими;
- в автореферате диссертации нет информации об области применимости метода модификации ограничителя и метода расчета градиентов. Являются ли полученные константы методов применимы для других аэродинамических кодов? Существует ли зависимость от конечной программной реализации?
- мало сведений представлено о схожих методах и алгоритмах, реализованных в других пакетах программ.

Вышеуказанные замечания не снижают ценности полученных результатов.

Автореферат отражает содержание диссертационной работы. Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом и отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор, Стручков Андрей Викторович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 - Механика жидкости, газа и плазмы.

Начальник научно-исследовательской  
лаборатории отдела 0813, ФГУП «РФЯЦ-  
ВНИИЭФ» ИТМФ,  
кандидат физико-математических наук

Курулин Вадим Викторович

Подпись В.В. Курулина заверяю,  
учёный секретарь ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»,  
кандидат физико-математических наук



Бликов Антон Олегович

**Сведения об организации:** Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом», Федеральное государственное унитарное предприятие РОССИЙСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЯДЕРНЫЙ ЦЕНТР «Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» (ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ»); 607188, Нижегородская обл., г. Саров, пр. Мира, д. 37, Телетайп 151535 «Мимоза» Факс 83130 29494, E-mail: staff@vniief.ru.