

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Борисова Виталия Евгеньевича
«Разработка параллельного неявного метода решения задач динамики вязкого сжимаемого газа», представленной на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Диссертация В.Е. Борисова посвящена созданию и тестированию параллельного программного комплекса, предназначенного для эффективного решения инженерных задач динамики вязкого сжимаемого газа с использованием высокопроизводительных вычислительных систем. Актуальность работы определяется, во-первых, необходимостью решения практических задач аэродинамики и газовой динамики и, во-вторых, необходимостью создания эффективных параллельных алгоритмов решения уравнений динамики вязкого сжимаемого газа, позволяющих в полной мере использовать возможности современных суперкомпьютеров. В работе реализованы параллельные вычислительные алгоритмы решения нестационарных осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса с однопараметрической моделью турбулентности Спаларта–Алмараса на основе неявного подхода с помощью методов LU-SGS и BiCGStab. Для тестирования разработанного программного комплекса и верификации результатов рассмотрены два тестовых случая: трансзвуковое обтекание крыла ONERA M6 и переход от регулярного к маховскому отражению скачка уплотнения под действием локального импульсного энергоподвода. Достоверность полученных результатов подтверждается их сравнением с экспериментальными данными и результатами численных расчетов других авторов. С помощью разработанного программного комплекса проведено численное моделирование течения в сверхзвуковом воздухозаборнике с исследованием эффектов выделения энергии на выходе воздухозаборника.

Хотелось бы отметить, что на основе разработанного программного комплекса в работе успешно выполнены расчеты достаточно сложных трехмерных нестационарных течений, динамика которых определяется весьма тонкими газодинамическими явлениями. Численное моделирование таких течений является непростой задачей. Замечу также, что в работе уделено значительное внимание вопросам параллельной эффективности кода и масштабируемости вычислительной задачи. В частности, при решении рассмотренных тестовых задач было показано, что параллельная эффективность разработанного неявного алгоритма оказывается сопоставимой и даже несколько превышает эффективность явной схемы, что является весьма примечательным результатом. Все это позволяет считать, что разработанный программный комплекс действительно позволяет эффективно решать сложные трехмерные задачи аэрогазодинамики и безусловно будет востребован для практического применения.

Работа хорошо апробирована на ведущих российских и международных научных конференциях и семинарах. Результаты отражены в научных публикациях, в том числе в журналах из перечня ВАК.

По тексту автореферата можно сделать следующие замечания.

1. На рис. 1 и 2 заметна качественная разница в распределении давления на нижней поверхности профиля в расчетах, проведенных по неявной и явной

методикам. Неясно, достигнута ли сходимость к стационарному решению в расчете по явной схеме.

2. На С. 14 указано, что при расчете стационарного регулярного отражения «начальные и граничные условия ставились стандартным образом». Так как в данной задаче имеются две возможные стационарные конфигурации пересечения ударных волн, постановка начальных данных имеет здесь решающее значение. Здесь следовало бы конкретно указать, какие начальные данные использовались в расчете.

Автореферат позволяет составить достаточно полное впечатление о диссертационной работе. В целом, диссертация производит впечатление законченной научной работы и заслуживает высокой оценки. Считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям Положения ВАК РФ о присуждении ученых степеней, а ее автор В.Е. Борисов безусловно заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Старший научный сотрудник ИТПМ СО РАН
к.ф.-м.н.

Д.В. Хотяновский

13 января 2017 г.

Хотяновский Дмитрий Владимирович
тел. (383) 330-81-63, e-mail: khotyanovsky@itam.nsc.ru
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича
Сибирского отделения Российской академии наук
630090, Новосибирск, ул. Институтская 4/1

Собственноручную подпись *Д.В. Хотяновского*
удостоверяю *А.С. Жукова*
Зав. канцелярией Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института теоретической и прикладной механики
им. С.А. Христиановича Сибирского отделения
Российской академии наук – *13.01.2017*

