

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Титарева Владимир Александровича "Численное моделирование пространственных течений разреженного газа с использованием суперЭВМ", представленной на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ"

В диссертационной работе представлены новые методы решения кинетических уравнений с модельными интегралами столкновений в применении к пространственным течениям одноатомного разреженного газа. Методы решения реализованы в пакете прикладных программ «Несветай-3Д», написанном на языке Fortran. Пакет адаптирован для проведения вычислений на современных суперЭВМ с использованием десятков тысяч ядер. Создание программных продуктов представляет очень сложную и кропотливую работу, но она чрезвычайно важна для научного сообщества, т.к. позволяет не только пользоваться идеями разработчика, но и напрямую использовать полученные разработчиком новые методологии и алгоритмы.

В диссертации проводится верификация предложенных численных методов и алгоритмов для кинетических уравнений с приближенными интегралами столкновений в приложении к течениям разреженного газа в переходном режиме – между свободномолекулярным течением и течением газа как сплошной среды. Исследуются течения газа в микроканалах большой конечной длины и сложной формы, гиперзвукового поперечного обтекания круглого цилиндра и гиперзвукового обтекания модели воздушно-космического аппарата сложной формы. Проводятся детальные сопоставления с имеющимися в литературе данными. Показано, что S - модель Шахова в ряде случаев дает лучшие результаты, чем BGK модель (цилиндр, $M_\infty=25$). Несмотря на то, что эти исследования относятся к течениям одноатомных газов (для газов без внутренних степеней свободы молекул), они представляют несомненный научный интерес. Во-первых, полученные результаты позволяют оценить возможность применения кинетических уравнений с

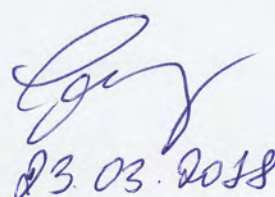
упрощенным интегралом столкновений для различных течений. Во-вторых, они представляют хорошую базу данных для проверки других методов и моделей. Особо следует отметить, что в работе впервые представлены расчеты задач обтекания тел сложной пространственной формы гиперзвуковым потоком разреженного газа на неструктурированных сетках, как в физическом, так и в фазовом пространстве.

Основываясь на материалах, представленных в автореферате, опубликованных автором в статьях, обсуждении диссертационной работы на семинаре ФАЛТ МФТИ, следует отметить высокую квалификацию автора в направлениях, связанных с разработкой новых алгоритмов и комплексов программ с параллельными вычислениями для численного моделирования течений разреженного газа, и глубокое понимание собственно процессов тепло- и массопереноса в разреженном газе. Автор продемонстрировал высокий творческий научный потенциал и способность реализовывать научные разработки в программные продукты. Разработанные методы и расчетная программа позволяют решать модельные кинетические уравнения для задач с реальной геометрией, и могут найти применения в исследованиях, проводимых, в частности, в ЦАГИ.

Основным замечанием является то, что в диссертации рассматривается только одноатомный газ, без учета внутренних степеней свободы молекул. Это сужает область приложений методологии и программ.

Несмотря на это замечание считаем, что диссертация удовлетворяет всем требованиям пункта 9 "Положения о присуждении ученых степеней", предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а Владимир Александрович Титарев заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 05.13.18 – "Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ".

Егоров Иван Владимирович
Главный научный сотрудник,
ФГУП «ЦАГИ» имени профессора Н.Е. Жуковского



23.03.2018

Доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН
01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы
тел. +7 (495) 5564172, e-mail: ivan.egorov@tsagi.ru

Ерофеев Александр Иванович
Главный научный сотрудник,
ФГУП «ЦАГИ» имени профессора Н.Е. Жуковского
Доктор технических наук
01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы
тел. +7 (495) 5563891, e-mail: alex.ivan.erofeev@gmail.com

Государственный научный центр
Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского»
140180 Россия, г. Жуковский, Московская область, ул. Жуковского, 1
<https://www.tsagi.ru>

Подписи И.В. Егорова и А.И. Ерофеева заверяю.
Ученый секретарь Ученого совета ЦАГИ.
Доктор технических наук, доцент
С.А. Таковицкий



«23» марта 2018 г.