



Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования

**МОСКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**



**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ
имени Д.В. СКОБЕЛЬЦЫНА
(НИИЯФ МГУ)**

Ленинские горы, д. 1, стр. 2, Москва, 119234
Тел.: +7(495)939-18-18, факс.: +7(495)939-08-96
e-mail: info@sinp.msu.ru

119526 Москва, пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1
Институт проблем механики
им. А.Ю. Ишлинского РАН
Диссертационный совет Д 002.240.01
Ученому секретарю Сысоевой Е.Я.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кадочникова Ильи Николаевича
«Исследование термически неравновесных физико-химических процессов в азотной и воздушной
плазме с использованием детальных уровневых и модовых кинетических моделей»,
представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по
специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

На сегодняшний день не вызывает сомнений, что для решения многих задач физической газовой динамики требуется разработка сложных численных моделей, в которых согласованно решаются уравнения движения газа и уравнения физико-химической кинетики с учётом неравновесного возбуждения колебательных и электронных степеней свободы молекул. С другой стороны, модели физическо-химической кинетики должны обладать достаточной простотой, чтобы эффективно применяться для решения практических задач, например, быть пригодными для использования в расчётах многомерных течений. Актуальность работы Кадочникова И. Н. как для науки, так и для решения практических задач обусловлена тем, что разрабатываемые в диссертации детальные уровневые модели используются также для построения и тестирования более простых термически неравновесных моделей на базе модового приближения.

В работе получены следующие результаты, обладающие новизной и научной ценностью: 1) разработаны новые уровневые и модовые кинетические модели для азотной и воздушной плазмы, позволяющие учитывать колебательную неравновесность двухатомных молекул в основном и электронно-возбуждённых состояниях; 2) проведено сравнение результатов моделирования с экспериментальными данными, полученных в ударных трубах; 3) выполнен сравнительный анализ предсказательной способности уровневых и модовых моделей при описании параметров неравновесного газа за ударной волной и при сверхзвуковом расширении потока; 4) на основе анализа особенностей распределения молекул по колебательным уровням в неравновесном потоке, проведённого с использованием детальных уровневых моделей, предложен способ построения модифицированных модовых моделей, обладающих повышенной точностью вследствие специально выбранной методики расчёта факторов неравновесности; 5) разработана уровневая модель для смеси N_2 -IF-He и проведено теоретическое рассмотрение перспективности данной системы для создания газодинамического лазера.

Полученные результаты можно считать достоверными вследствие обоснованности используемых приближений и хорошего согласия результатов расчётов и экспериментальных данных.

Построенные модели и полученные в работе рекомендации могут в дальнейшем быть использованы при разработке программных комплексов для расчёта внешнего обтекания гиперзвуковых летательных аппаратов, а также течений в соплах.

Замечания к автореферату:

- 1) Есть ряд недочётов в оформлении автореферата. Например, масштаб некоторых рисунков выбран неудачно; особенно мелким кажется рисунок 9, который к тому же перегружен линиями. Также вопрос вызывают непривычные обозначения процессов возбуждения колебательных и электронных уровней электронным ударом, которые принято обозначать как eV и eE .
- 2) Автор отмечает, что подробный и полный учёт в уровневой модели для воздушной плазмы плазмохимических реакций – одна из сильных сторон работы, но при этом учитываемые плазмохимические реакции практически не описаны в автореферате.

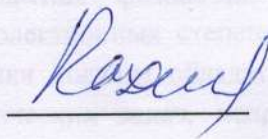
Данные замечания не являются критичными и не отменяют положительной оценки работы.

На основании рассмотренного автореферата считаю, что диссертация Кадочникова И.Н. «Исследование термически неравновесных физико-химических процессов в азотной и воздушной плазме с использованием детальных уровневых и модовых кинетических моделей» является завершённой научной работой, выполненной на актуальную тему. Результаты, полученные в диссертации, обладают научной новизной и практическим значением. Объём работы и количество публикаций автора позволяют заключить, что диссертация соответствует всем требованиям ВАК, а её автор заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Даю согласие на включение персональных данных в аттестационные документы соискателя Кадочникова И.Н. и их дальнейшую обработку.

Отзыв составил:

Кандидат физико-математических наук,
ведущий научный сотрудник НИИЯФ МГУ



/Рахимова Т. В./
trakhimova@mics.msu.su
раб.тел. +7 (495) 939-49-57

Подпись Рахимовой Т. В. заверяю
Кандидат физико-математических наук,
Ученый секретарь НИИЯФ МГУ



/Сигаева Е.А./