

**Отзыв научного руководителя  
о диссертации Гориховского Вячеслава Игоревича  
«Эффективные вычислительные подходы к моделированию  
неравновесных течений углекислого газа»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – механика жидкости газа и плазмы.

Диссертация посвящена важной современной теме – моделированию неравновесной кинетики в потоках углекислого газа.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации и перечислены основные имеющиеся в данной области результаты. Представлен краткий анализ численных методов, основанных на формуле Гира обратного дифференцирования и на разных модификациях метода Гира, а также рассмотрены современные подходы, основанные на использовании нейронных сетей.

Основной целью настоящей работы было повышение эффективности численного моделирования неравновесной кинетики углекислого газа на основе полного поуровневого описания и гибридного многотемпературного подхода. На пути решения такой задачи возникает целый ряд трудностей. Во-первых, необходимо решение большого числа уравнений для заселенностей колебательных уровней трех типов колебаний молекул углекислого газа, что требует больших временных затрат. Кроме того, при этом необходим выбор надежных моделей для расчетов огромного числа коэффициентов скорости переходов колебательной энергии трех типов колебаний молекул углекислого газа.

В диссертации В.И. Гориховским разработаны новые эффективные алгоритмы расчета коэффициентов скорости переходов энергии молекул углекислого газа с использованием параллельных вычислений и нейронных сетей. Разработан программный код для численного моделирования неравновесных течений углекислого газа с учетом новых разработанных алгоритмов. Представлены результаты решения задачи о пространственно-однородной релаксации в полном поуровневом и гибридном многотемпературном приближениях, а также результаты расчетов течения углекислого газа за фронтом ударной волны. Приведены оценки точности и эффективности новых разработанных подходов.

Результаты докладывались автором на нескольких международных и всероссийских конференциях, опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК и в трудах конференций.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 19-31-90059) и РНФ (проект 19-11-00041), а также СПбГУ.

Считаю, что работа полностью удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор В.И. Гориховский безусловно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук.

Научный руководитель,  
профессор кафедры гидроаэромеханики СПбГУ,  
доктор физ.-мат. наук, профессор:

*Е.А. Нагнибеда*  
личную подпись  
заверяю  
И.О. начальника отдела кадров №3  
И.И. Константинова



30.06.2022

*Е.А. Нагнибеда*  
Нагнибеда Е.А.