

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Прутько Кирилла Александровича «Неравновесное излучение воздуха при больших скоростях полёта спускаемых аппаратов»**, представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Диссертационная работа К.А. Прутько посвящена разработке поуровневой радиационно-столкновительной модели для описания неравновесной структуры ударного слоя за фронтом сильной ударной волны и расчёта лучистых тепловых потоков при условиях, соответствующих входу спускаемых аппаратов в атмосферу Земли со второй космической скоростью. Актуальность данной работы обусловлена тем, что планируемые полёты к Луне и Марсу с последующим возвращением космических кораблей порождают необходимость разработки моделей, способных описать неравновесное течение около спускаемого аппарата и определить радиационные тепловые нагрузки. Прикладной интерес связан с необходимостью определения влияния радиационных процессов на макроскопические параметры газа и на структуру релаксационной области в ударном слое, а также с необходимостью интерпретации экспериментальных данных в ударных трубах. В диссертации Прутько К.А. разработана поуровневая радиационно-столкновительная модель для высокотемпературного воздуха, которая была верифицирована и валидирована на сторонних расчетах и лётных и наземных экспериментах. При этом значимым результатом являются данные по степени ионизации в ударном слое при различных скоростях ударной волны в оптически прозрачном воздухе, которые оказались ниже расчетных равновесных значений за счет радиационного охлаждения, а также разработанный итерационный алгоритм для учета влияния излучения на кинетику и газодинамические параметры высокотемпературного газа.

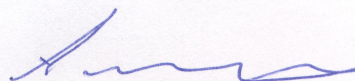
По автореферату следует сделать несколько замечаний:

1. При вычислении плотности заряженных частиц учитывается тройная электрон-ионная рекомбинация. В этом процессе энергия, выделяемая при рекомбинации, в значительной степени передается электронам, что приводит к их нагреву. Данный эффект не учитывался автором в уравнении для энергии электронов (уравнение (3) в автореферате). Имеет смысл оценить значимость этого эффекта в рассматриваемых условиях.

2. Константы скорости диссоциативной рекомбинации электронов с молекулярными ионами и обратного процесса при расчетах были взяты из кинетической схемы Парка. В литературе имеются и другие наборы этих констант, которые существенно (до порядка величины) отличаются от указанных выше. Поэтому было бы интересно изучить вопрос о том, насколько результаты расчета чувствительны к вариации этих данных.

В целом, представленная диссертационная работа является законченной научно-квалификационной работой по исследованию неравновесного излучения воздуха при больших скоростях полёта спускаемых аппаратов. Выполненная работа удовлетворяет квалификационным требованиям, предъявляемых ВАК России к кандидатским диссертациям, в том числе соответствует п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а её автор Прутько К.А. заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы.

Доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий лабораторией
импульсных плазменных систем
Московского физико-математического института



Н.Л. Александров

Отзыв составил Александров Николай Леонидович, профессор кафедры прикладной физики и заведующий лабораторией импульсных плазменных систем Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)», 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер. 9, тел. +7(495)4086385, E-mail: nick_aleksandroy@mail.ru.

Заверяю

Ученый секретарь Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»,
к.ф.-м.н. Скалько Юрий Иванович



141701, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский переулок, д.9,
+7 (498) 744-64-50, skalko.ji@mipt.ru