



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

МЕХАНИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

д. ф.-м. н., проф. В.В. Измоленова

на диссертационную работу

Королькова Сергея Дмитриевича “Влияние межзвёздных атомов и магнитных полей на течение плазмы в астросферах”, представленную на соискание степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 – “Механика жидкости, газа и плазмы”

Диссертационная работа Сергея Дмитриевича Королькова посвящена построению математической модели и исследованию структуры области взаимодействия звёздного ветра с локальной межзвездной средой.

Работа состоит из трёх глав. В первой главе проводится обзор литературы и некоторых классических решений.

Вторая глава посвящена исследованию влияния процесса резонансной перезарядки между плазмой (протоны и электроны) и нейтральным газом (атомы водорода) на структуру астросферы. Для решения задачи построена кинетико-газодинамическая модель, в которой плазма описывается в рамках идеальной газовой динамики, а для описания динамики атомов применяется кинетический подход и решается кинетическое уравнение (с интегралом столкновений в форме Больцмана) на функцию распределения атомов по скоростям. Проводится параметрическое исследование зависимости решения от безразмерного параметра – числа Кнудсена.

В третьей главе проводится исследование влияния азимутальной компоненты магнитного поля звезды на течение плазмы в астросфере. Задача решается с помощью трехмерной магнитогидродинамической модели, в которой течение плазмы описывается в рамках уравнений идеальной магнитной гидродинамики.

Актуальность построенных моделей обусловлена необходимостью: 1) корректного анализа имеющихся экспериментальных данных: спектров поглощения в линии Лайман-альфа в направлении ближних (к Солнцу) звёзд, которые были получены на космическом телескопе им. Хаббла, и изображений астросфер в инфракрасном диапазоне, а также в линии Балмер-альфа (H α), которые получены на космическом телескопе им. Спитцера и «инфракрасном» космическом телескопе (Wide Field Infrared Explorer), 2) составления научных программ будущих миссий (KA Interstellar Express, Interstellar Probe).

В диссертации получены следующие новые результаты:

1) определена зависимость положений основных поверхностей разрыва в области взаимодействия звёздного ветра с частично ионизованным потоком межзвёздной среды от

числа Кнудсена в широком диапазоне изменения параметра ($0.0001 \leq Kn \leq 100$);

- 2) обнаружен эффект нагрева внешнего ударного слоя астросферы энергичными атомами, рождёнными во внутреннем ударном слое и области сверхзвукового звёздного ветра;
- 3) показано, что влияние магнитного поля звезды приводит к появлению двух качественно отличающихся друг от друга режимов течения в астросферах: 1) режим с трубчатой формой тангенциального разрыва, и 2) режим с классической параболической формой тангенциального разрыва. Определены критические значения газодинамического числа Маха межзвёздной среды в зависимости от альфвеновского числа Маха в звёздном ветре, при которых меняются структура течения и форма тангенциального разрыва;
- 4) показано возникновение зоны возвратного течения в хвостовой области трубчатой астросферы и образование вторичной точки торможения.

Все полученные результаты неоднократно докладывались С.Д. Корольковым на различных всероссийских и международных конференциях и семинарах. Основные результаты диссертации отражены в 5 статьях в ведущих международных и отечественных журналах. Кроме того, Сергей имеет ещё 5 публикаций по теме диссертации в ведущих международных и отечественных журналах.

Отдельно нужно отметить самостоятельность С.Д. Королькова при выполнении работы. Весь программный комплекс, который был применен в данной диссертационной работе, был разработан соискателем самостоятельно. За время обучения в аспирантуре Сергей стал квалифицированным самостоятельным научным исследователем, известным в профильном научном сообществе. Его статьи цитируются в научной литературе (56 цитирований на дату написания отзыва согласно системе «Истина»).

Диссертация С.Д. Королькова выполнена на высоком научном уровне и носит законченный характер. Её содержание соответствует специальности 1.1.9 - "Механика жидкости, газа и плазмы" и удовлетворяет требованиям Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова.

Диссертационная работа "Влияние межзвёздных атомов и магнитных полей на течение плазмы в астросферах" Королькова Сергея Дмитриевича может быть рекомендована к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9 - "Механика жидкости, газа и плазмы".

Я, Измоленов Владислав Валерьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель:
д. ф.-м. н., профессор РАН
профессор механико-математического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

Дата: _____ 2025 г.

Подпись профессора В.В. Измоленова заверяю:
Декан механико-математического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова
член-корреспондент РАН, профессор



_____/ А.И. Шафаревич