

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию **ШУВАЛОВА С.Д.**

«ИССЛЕДОВАНИЕ АНОМАЛИЙ ГОРЯЧЕГО ПОТОКА У ЗЕМЛИ И МАРСА И ПРОИСХОЖДЕНИЕ ДНЕВНОЙ МАГНИТОСФЕРЫ

МАРСА», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03-Физика Солнца

Представленная диссертация посвящена изучению нестационарных процессов, происходящих в фронте головной околоземной ударной волны и плазменной оболочке Марса. Несмотря на достаточно длительную историю исследований головной ударной волны и возникающей из-за взаимодействия солнечного ветра с плазменной оболочкой Марса физика рассмотренных в диссертации тонких и сложных процессов АПГ (аномалий горячего потока) во многом остается неясной. В части околоземной ударной волны АПГ могут иметь отношение к генерации геомагнитных бурь. Для Марса, не имеющего собственного магнитного поля, образование и динамика индуцированной солнечным ветром магнитосферы интересна с точки зрения физики космической плазмы. По этим причинам актуальность работы сомнений не вызывает.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и трех приложений. Во введении обоснованы актуальность и новизна работы, сформулированы положения, выносимые на защиту. Первая глава носит обзорный характер. Во второй главе детально исследовано событие АПГ, зарегистрированное космической группировкой Cluster 22 февраля 2006 г. В третьей главе проведен статистический анализ характеристик распространения АПГ у Марса, основанный на событиях, зарегистрированных космическим аппаратом MAVEN. В четвертой главе по данным космического аппарата MAVEN проведен анализ структуры и ионного состава индуцированной солнечным ветром дневной ионосферы Марса. В заключении кратко изложено содержание всех глав диссертации. Полный объем диссертации 100 страниц, список литературы включает 89 наименований.

Основные выводы диссертации, определяющие ее новизну и научную значимость, основанные на оригинальной интерпретации данных измерений на спутниках и космическом аппарате, сводятся к следующему.

1. На основе анализа события 22 февраля 2006 года показано, что ионы в аномалии горячего потока перед головной ударной волной магнитосферы Земли приходят из магнитослоя через область пересечения межпланетного токового слоя и ударной волны.
2. Показано, что аномалии горячего потока в транзитном фэршоке Марса носят нестационарный характер, получена оценка характерной частоты возникновения АГП: 0.6 ± 0.3 события в сутки.
3. Показано, что давления разогретых ионосферных частиц и захваченных ионов солнечного ветра в дневной магнитосфере Марса близки по величине.

Остановимся на недостатках работы, к которым, на мой взгляд, можно отнести следующее.

1. В главе 2 рассматривается взаимодействие токового слоя с околоземной ударной волной. Однако неясно, какой конкретно токовый слой имеется в виду и как часто такие слои наблюдаются в солнечном ветре. Это же относится и к токовым слоям, рассмотренным в главе 3.
2. Отсутствует обсуждение вопроса о том, как связана частота встречаемости АГП у Марса с частотой встречаемости токовых слоев в солнечном ветре.
3. Было бы желательным на основании соответствующих оценок определить физическую природу возникновения подхваченных (pick-up) ионов в дневной атмосфере Марса: фотоионизация или перезарядка.

Отмеченные недостатки носят частный характер и не влияют на общую оценку представленной работы. В целом диссертация выполнена на высоком научном уровне, свидетельствует о высокой квалификации автора и содержит новые, важные, интересные и опубликованные в рейтинговых научных журналах результаты. Достоверность результатов обосновывается тем, что исходные измерения выполнены приборами высокого технического уровня, а интерпретация данных проведена с использованием ясных физических подходов. Выносимые на защиту положения в достаточной мере аргументированы. Основные результаты работы опубликованы в трех статьях, помимо того С.Д Шувалов является соавтором еще 17 публикаций. Результаты диссертации прошли достаточную апробацию на представительных российских и международных научных конференциях. Можно утверждать: диссертация полностью удовлетворяет П.9, 10 Постановления №842 Правительства РФ от 23.09.2013 г.; результаты работы соответствуют передовым мировым позициям. Тематика и содержание работы

соответствуют избранной научной специальности. Автореферат полно и правильно передает основное содержание работы. Считаю, что диссертация в полной мере отвечает всем необходимым требованиям, а ее автор, Шувалов С.Д., безусловно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03 «Физика Солнца».

Официальный оппонент
заместитель директора ПРАО АКЦ ФИАН
доктор физ.-мат. наук
chashey@prao.ru



Чашей И.В.
20.04.2022.

Подпись Чашей И.В. заверяю,
Ученый Секретарь ФИАН кандидат физ.-мат.наук



Колобов А.В.

119991 Москва ГСП-1, Ленинский пр. 53,
ФГБУН Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН (ФИАН), (499) 135 14 29