

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Лопина Игоря Петровича
**«Исследование волн и колебаний в продольно и поперечно-
неоднородных солнечных магнитных волноводах»**,
представленной на соискание ученой степени кандидата физико-
математических наук.

Специальность 01.03.03. – Физика Солнца.

Тема диссертационной работы И.П. Лопина касается фундаментальных задач, решаемых в солнечной физике, связанных с переносом энергии магнитогидродинамическими (МГД) волнами и нагревом солнечной короны. До настоящего времени теория МГД волн основывалась на модели волновода, представленного в виде прямого цилиндра. Однако, в реальных условиях солнечной короны при наличии неоднородностей плазмы и магнитного поля в присутствии гравитации, эта теория может иметь ряд нюансов. В связи с этим тема диссертационной работы И.П. Лопина представляется весьма актуальной, а выполненное в диссертации исследование имеет как фундаментальное, так и прикладное значение.

Попытки выйти за рамки приближения прямого цилиндра с постоянными параметрами предпринимались в научном сообществе последние несколько лет. Однако, настолько детально, как это сделано в диссертационной работе И.П. Лопина, этот вопрос никто не исследовал. Исследования, проведенные диссертантом, являются абсолютно новыми. Впервые выведены и исследованы дисперсионные соотношения для изгибной и радиальной БМЗ мод в условиях гравитационно стратифицированной магнитной силовой трубки, при наличии продольных и поперечных неоднородностей плотности и магнитного поля. Как следствие, были получены следующие важные результаты.

1. Для частного случая показано, что изгибные волны являются бегущими для всех значений частот, что является свидетельством более эффективного переноса энергии данным типом волн всех частотных диапазонов в атмосфере Солнца.
2. Для частного случая показано, что существует пространственно-локальная частота отсечки, зависящая от напряженности внешнего магнитного поля. Рассчитано распределение критической частоты и периода для различных соотношений внешнего магнитного поля и поля трубки.
3. Получена зависимость величины вертикального волнового потока энергии от поляризации волны по отношению к направлению закрученности магнитного поля трубки.
4. Получены граничные условия, при которых радиальные моды являются захваченными при всех значениях продольных волновых чисел, и при которых существуют захваченные и излучательные волновые режимы. Полученный результат позволяет объяснить наблюдаемую высокую добротность вспышечных КПП.
5. Исследовано влияние сглаженности поперечной границы коронального волновода на свойства дисперсионных кривых.

Указанные результаты, несомненно, имеют теоретическую и практическую значимость для солнечной физики.

Замечания.

1. Исследования, проведенные диссертантом, касаются одного из основных вопросов солнечной физики — нагрева солнечной короны. Автор рассматривает один из механизмов, приводящих к нагреву, а именно, нагрев посредством диссипации различных видов трубчатых МГД волн. Было бы уместным упомянуть также и другие механизмы нагрева, например, магнитные

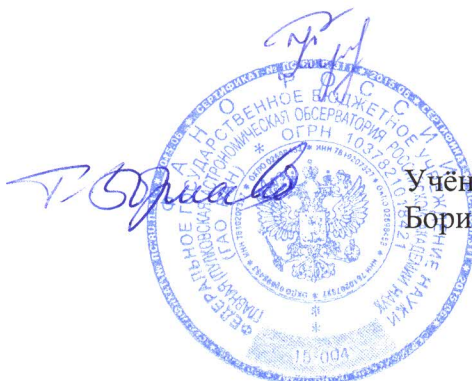
- пересоединения, микровспышки, определив тем самым место исследований, проведённых диссертантом, среди прочих.
2. Проведённые диссертантом исследования актуальны, в частности, для интерпретации высокодобротных колебаний. Диссертант утверждает, что «добротность (колебаний) обычно ограничена самим временем наблюдений». В ряде случаев это так. Однако, следует учесть, что современные инструменты позволяют наблюдать вспыхивающие петли в течение длительного времени, вплоть до полной релаксации вспыхивающего излучения, что ранее позволило выделить два вида колебаний: затухающие (см., например, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2016ApJ...830..110C>) и незатухающие (см., например, <http://adsabs.harvard.edu/abs/2015A%26A...583A.136A>). Среди последних, действительно, есть как высокодобротные, так и быстро затухающие. Время затухания определяется, в частности, вязкостью, теплопроводностью и радиационными потерями. В этой связи, некорректно определять добротность только лишь интервалом наблюдений.
 3. В автореферате не обосновано, почему диссертант рассматривает радиальные быстрые магнитозвуковые (БМЗ) колебания, но исключает из рассмотрения медленные магнитозвуковые (ММЗ) волны. Фазовая скорость ММЗ моды в волноводе определяется трубочной скоростью, которая зависит и от плотности плазмы. Возможно, выбор определяется диапазоном периодов рассматриваемых колебаний, который необходимо указать.
 4. В качестве общего замечания к основной части автореферата следует отметить отсутствие ссылок на публикации диссертанта.
 5. Отсутствуют расшифровки аббревиатур СБМЗ (с. 5, 6), ВКБ (с. 13).
 6. В тексте автореферата имеются опечатки.

Приведённые выше замечания не умаляют научной ценности исследований, представленных в диссертационной работе. Замечания носят рекомендательный характер и могут быть учтены диссертантом при подготовке доклада, представляемого к защите. Основные положения диссертации опубликованы в семи статьях, все в иностранных журналах с высоким импакт-фактором, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией, а также представлены на четырёх конференциях. Автореферат диссертации удовлетворяет всем необходимым требованиям, а диссертант, И.П. Лопин, несомненно, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.03 — физика Солнца.

Отзыв подготовлен Куприяновой Еленой Геннадьевной,
к.ф.м.н., специальность 01.03.02 «Астрофизика, радиоастрономия»,
старший научный сотрудник Лаборатории радиоастрономии Отдела
радиоастрономических исследований,
Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
196140, Санкт-Петербург, Пулковское шоссе, 65/1, тел. 8(812)3637207
e-mail: elenku@bk.ru

04.06.2018
Куприянова Е.Г.

Подпись Куприяновой Е.Г.,
ст.н.сотр., к.ф.-м.н.
заверяю



Учёный секретарь ГАО РАН
Борисевич Т.П.