

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Рубцова Александра Валерьевича «Особенности поляризации и пространственного распределения ультранизкочастотных волн в магнитосфере Земли по данным космических аппаратов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия»

Диссертационная работа Рубцова А.В. посвящена одной из важных проблем физики магнитосферы — свойствам ультранизкочастотных (УНЧ) волн. Актуальность темы обусловлена той ролью, которую УНЧ волны играют в переносе энергии в магнитосфере, особенно во время развития магнитных бурь и суббурь. Изучение УНЧ волн является актуальным разделом космической геофизики, так как эти волны несут в себе информацию о состоянии околоземной плазмы. Эти волны охватывают всю магнитосферу Земли и взаимодействуют с высокоэнергичными популяциями заряженных частиц - кольцевым током и радиационными поясами. В диссертационной работе проводится сопоставление существующих теоретических представлений о видах УНЧ волн, их характеристиках и механизмах генерации с наблюдениями на космических аппаратах.

Детальный анализ наблюдений УНЧ волн несколькими спутниками, определение их параметров с помощью критериев, вытекающих из теории альфвеновских и дрейфово-компрессионных волн, а также статистический анализ их пространственного распределения, определяют новизну исследования. Из диссертационной работы мне хотелось бы отметить следующие положительные моменты.

Во введении очень четко сформулированы актуальность, цели и методы исследования, отмечена научная новизна и практическая значимость работы. Основные теоретические представления о МГД волнах и их модификациях в магнитосфере, механизмах их взаимодействия с заряженными частицами даны в главе 1, которая может служить хорошим кратким учебником. Отличительная особенность данной диссертационной работы – это высокий уровень обработки данных. Соискатель использует такие специфические тонкие методы анализа спутниковых наблюдений как динамическое преобразование данных в специальные системы координат, вейвлет-преобразование, вычисление азимутального волнового числа по методике конечного ларморовского радиуса, и др. Главным достижением работы является разработка алгоритма автоматизированного отбора волн для статистического исследования. Приведенный пример отбора волновых событий 27-28 марта 2017 г. достаточно ярко иллюстрирует возможности этих методов.

Хотя работа является преимущественно экспериментальной, соискатель уверенно разбирается в сложных теоретических проблемах теории низкочастотных неустойчивостей энергичных частиц в околоземной плазме. Благодаря этому ему удалось убедительно показать возможность существования как полоидальной альфвеновской моды, так и дрейфово-компрессионной волны.

Соискателем проделана громадная работа по анализу колебаний магнитного поля в диапазоне Pc4-5 по данным различных много-спутниковых миссий - Van Allen, THEMIS и GOES. Кроме этих «классических» миссий, соискатель детально проанализировал много-инструментальные данные новейшего спутникового проекта ARASE.

Соискатель продемонстрировал умение как самостоятельно ставить задачи, так и реализовывать их. Особо следует отметить результаты статистического исследования пространственного распределения УНЧ волн разных типов в магнитосфере Земли по данным космического аппарата ARASE за 4 года. Хотя такого рода исследований было немало, автору удалось получить новые, и зачастую неожиданные результаты. Например, оказалось что Pc4 и Pc5 пульсации не разные типы колебаний, как обычно считалось, а единый кластер с нормальным распределением. Используя данные разных приборов, было показано, что плазмопауза выступает в роли внутренней границы области генерации Pc4-5 волн - когда плазмосфера расширяется в спокойные периоды, то уменьшается область генерации, а сжатие плазмосферы во время роста геомагнитной активности увеличивает область генерации.

Результаты работы докладывались на многих научных конференциях, в том числе и зарубежных, опубликованы в 9 статьях в рецензируемых научных журналах, включённых в список ВАК и международные базы данных Web of Science и Scopus. Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации.

Работа выполнена на высоком научном уровне. Особенно следует отметить высококачественные рисунки в диссертации, которые очень хорошо иллюстрируют рассматриваемые события. Как и любая хорошая работа, диссертация стимулирует множество вопросов – о проявлении изученных волн в ионосфере по данным SuperDARN, о периодической модуляции потоков высыпающихся частиц и аврорального свечения, о возможности ускорения электронов радиационных поясов разными типами волн, и др. Соискателем создан хороший задел для дальнейшего углубленного рассмотрения многих важных проблем динамики магнитосферы.

Диссертация Рубцова Александра Валерьевича является законченной научно-квалификационной работой и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней»), а её автор заслуживает

присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности
1.3.1 «Физика космоса, астрономия».

Официальный оппонент:

Главный научный сотрудник,
доктор физико-математических наук

Козырева Ольга Васильевна

26.12.2023

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им.
О.Ю. Шмидта Российской академии наук, 123242, г. Москва, Б. Грузинская ул., д. 10, стр. 1,
тел. +7 (903) 963-94-41, эл. почта kozyreva@ifz.ru

Диссертация защищена по специальности 25.00.10 «Геофизика, геофизические методы поиска
полезных ископаемых»

Подпись Козыревой Ольги Васильевны заверяю

учёный секретарь ЦРЗ РАН



Митюшев Д.В.