



"Отзыв утверждаю"

вр.и.о. директора ИФЗ РАН  
чл.-корр. РАН Тихоцкий С.А.

"\_\_\_ февраля 2018 г.

**Отзыв ведущей организации на диссертационную работу  
Клибановой Юлии Юрьевны ДЛИННОПЕРИОДНЫЕ  
ГЕОМАГНИТНЫЕ ПУЛЬСАЦИИ, ВЫЗВАННЫЕ  
НЕОДНОРОДНОСТЯМИ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА, представленной  
на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук  
по специальности 25.00.29 "физика атмосферы и гидросфера"**

Основной целью диссертационной работы Клибановой Ю.Ю. являлось экспериментальное исследование свойств длиннопериодных геомагнитных пульсаций и импульсов, которые вызываются воздействием крупномасштабных неоднородностей солнечного ветра (например, межпланетных ударных волн), и наблюдаются во время начала магнитосферных бурь (т.н. SC). Проведенное обширное исследование основано на анализе данных мировой сети наземных магнитных станций, широко разнесенных как по широте, так и по долготе, а также спутниковых данных о параметрах межпланетной среды.

В соответствии с целью работы решались следующие задачи: Изучение закономерностей изменения амплитуды, направления распространения и поляризации длиннопериодных пульсаций, возбуждаемых ударными волнами в зависимости от ориентации их фронта, направления межпланетного поля, и геомагнитной активности; Исследование спектральных характеристик пульсаций на разных широтах и сопоставление со спектральными характеристиками МГД колебаний в солнечном ветре.

Рассмотренные явления имеют важное значение для развития исследований в области солнечно-земной физики, особенно ее нового направления — прогнозирования космической погоды. Работа имеет важное научное и практическое значение, т.к. межпланетные ударные волны надежно регистрируются примерно за час до подхода к земной магнитосфере.

В работе предложено и обосновано несколько новых научных идей:

- Показано, что дневные длиннопериодные пульсации распространяются вдоль флангов магнитосферы с увеличением скорости и амплитуды от области касания магнитопаузы фронтом ударной волны. Центральная долгота этой области смещается от полудня в сторону наклона фронта в экваториальной плоскости. Усиление суббуровой активности вызывает изменение направления распространения и других свойств пульсаций.
- По данным станций, расположенных по всему Северному полушарию, установлено, что распространение пульсаций вдоль меридиана происходит от низких к высоким широтам с нарастанием амплитуды и со сменой поляризации.
- В спектре исследованных колебаний обнаружены два частотных максимума, один из которых (глобальный) связан с радиальными осцилляциями магнитосферы, а другой может быть обусловлен проникновением волн из солнечного ветра в полярную шапку.

Достоверность результатов обусловлена громадным объемом проанализированного материала наземных и спутниковых наблюдений. Отдельные результаты согласуются с результатами предшествующих наблюдений.

Введение содержит основные сведения о магнитосфере, обзор наблюдений специфических Рsc-5 геомагнитных пульсаций (УНЧ волн), а также основы теоретического описания МГД волн и процессов их распространения. При воздействии фронта SC на дневную магнитопаузу на ней возбуждаются поверхностные волны в диапазоне частот геомагнитных пульсаций 2-7 мГц, которые сносятся течением плазмы магнитослоя с дневной стороны на ночную. При этом «разбегание» таких волн в азимутальном направлении в магнитоспокойное

время происходит из области касания дневной магнитопаузы плоскостью межпланетного магнитного поля.

В главе 1 обнаружен ранее не обсуждаемый в литературе эффект - рост амплитуды пульсаций по мере распространения от места «разбегания». Равномерный рост амплитуды связывается с нарастанием скорости обтекания магнитосферы солнечным ветром при удалении от полуденной области застоя в магнитослое и, соответственно, с ростом инкремента неустойчивости Кельвина—Гельмгольца в низкоширотном пограничном слое. Эта концепция является принципиально новой, т.к. традиционно считается, что волна сжатия, вызванная SC, просто свободно распространяется через магнитосферу.

В главе 2 обнаружено, что после начала активной фазы суббури импульсное возмущение в магнитосфере вызывается наложением волн от двух источников: от места удара фронтом неоднородности по магнитопаузе, и ночного суббурового процесса. Такая возможность рассматривается и обосновывается впервые. Также впервые обнаружено изменение поляризации импульсных пульсаций при переходе от низких широт ( $\Phi \leq 30^\circ$ ) к средним/субавроральным широтам, что может быть связано с нахождением в этом диапазоне широт резонансного максимума.

В главе 3 изучены геомагнитные колебания с частотами порядка 2.5 мГц, вызванные большим скачком динамического давления на фронте SC. Такие колебания имеют глобальный характер и, по-видимому, обусловлены радиальными колебаниями всей дневной магнитосферы (cavity mode). Вопрос о возможности появления таких мод до сих пор является дискуссионным. В рассмотренных событиях после прихода фронта неоднородности с повышенным давлением выделены два типа периодических откликов - вынужденные колебания в полярной шапке с частотой колебаний межпланетного поля, и глобальные пульсации в дневном секторе, обусловленные поверхностными колебаниями магнитопаузы.

В заключении сформулированы основные выводы и результаты диссертационной работы.

Хотя работа в целом представляет собой высокопрофессиональное и добросовестное исследование, однако некоторые геофизические вопросы рассмотрены явно недостаточно. Так, например, повисают следующие важные вопросы:

- В работе неоднократно отмечается, что при воздействии фронта SC на дневную магнитопаузу на ней возбуждаются поверхностные волны, которые и проявляются как специфические Psc-5 геомагнитные пульсации. В то же время, в литературе существует обоснованное мнение, что Psc-5 пульсации - это переходные альвеновские колебания силовых линий внутри магнитосферы?!
- Известно, что при воздействии ударной волны на магнитосферу в ней возбуждается одновременно удивительно большое число разных типов волн и излучений. В частности, это проявляется в наличии тонкой структуры SC - импульсов PI и MI, с разными характеристиками. Этот аспект не рассмотрен в работе.
- Отмечается удивительный факт, что пульсации распространяются вдоль меридиана от более низких широт к более высоким с нарастанием амплитуды, т.е. по направлению к источнику возмущения! Каким образом может образоваться столь странная волновая картина?
- В работе высокоширотные колебания часто интерпретируются как поверхностные колебания на магнитопаузе. Авторам следует выработать детальный экспериментальный критерий, как в наблюдениях можно было бы отличить поверхностные волны от альвеновских колебаний магнитных оболочек?

Указанные замечания не уменьшают научную значимость полученных в диссертационной работе результатов, а показывают, что проблему происхождения волн и сигналов в космической плазме пока нельзя считать окончательно решенной. Несомненно, что работа подтверждает высокую квалификацию соискателя, представляет собой законченное научное исследование по физике волновых процессов в околоземной среде, и содержит новые идеи и результаты.

Содержание диссертации соответствует заявленной специальности 25.00.29 — физика атмосферы и гидросферы. Автореферат оформлен в соответствии с требованиями ВАК и достаточно полно отражает содержание диссертации.

Основные результаты работы опубликованы в 8 статьях, 3 из них - в престижных рецензируемых научных изданиях, включенных в международные базы цитирования и рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертаций. Результаты исследования неоднократно докладывались на отечественных и международных конференциях и хорошо известны специалистам.

Полученные результаты могут быть применены в ИСЗФ СО РАН, ИФЗ РАН, ИКФИА СО РАН, ПГИ, ИКИ, и других отечественных и зарубежных организациях геофизического и космического профилей.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что рассматриваемая диссертация удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Ю.Ю. Клибанова заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.09 — физика атмосферы и гидросфера.

Отзыв составлен:

Пилипенко Вячеслав Анатольевич

профессор, доктор физ.-мат. наук по специальности 01.03.03 - Физика Солнца.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта" Российской Академии Наук

зав. лаб. "Физика околосеменного пространства"

123242, Москва, Б. Грузинская ул., д.10

+7-903-6184666, pilipenko\_va@mail.ru

Отзыв заслушан "7" февраля 2018 г. на объединенном семинаре лабораторий 402 и 403 (секретарь - к.ф.м.н. Липеровская Е.В.), протокол №2