

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.034.01 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
НАУКИ ИНСТИТУТА СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ СИБИРСКОГО  
ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА  
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14 ноября 2017г. № 9

О присуждении **Михайловой Ольге Сергеевне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Короткопериодные УНЧ волны в многокомпонентной космической плазме» по специальности «25.00.29 – физика атмосферы и гидросферы» принята к защите 29 августа 2017г., протокол № 8, диссертационным советом Д 003.034.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 126-а, а/я 291, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 105нк от 11 апреля 2012 года.

Соискатель Михайлова Ольга Сергеевна, 1987 года рождения, в 2010 году окончила Федеральное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет», в 2013 году окончила аспирантуру в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН, работает в должности младшего научного сотрудника в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН.

Диссертация выполнена в отделе физики околоземного космического пространства Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН.

**Научный руководитель** – Климушкин Дмитрий Юрьевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, отдел физики околоземного космического пространства, лаборатория изучения плазменно-волновой структуры магнитосферы, заведующий лабораторией.

**Официальные оппоненты:**

1. Паперный Виктор Львович, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой общей и космической физики физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Иркутский государственный университет».

2. Белаховский Владимир Борисович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории «Полярных сияний» Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Полярный геофизический институт»,

дали положительные отзывы о диссертации.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН), г. Москва, в своем положительном заключении, составленном доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией "Физики околоземного пространства", Пилипенко Вячеславом Анатольевичем, и утвержденном Тихоцким Сергеем Андреевичем, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН, директором ИФЗ РАН, указала, что:

соискатель справился с поставленными задачами. В работе предложено и обосновано несколько новых научных идей, в т.ч. впервые аналитически рассчитана продольная и поперечная структуры и спектр квази-поперечных ионно-циклотронных волн при наличии примеси тяжелых ионов, объясняющие локализацию волн поперек магнитных оболочек вблизи плазмопаузы.

Основные результаты работы опубликованы в 9 статьях, 3 из них опубликованы 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 и других отечественных и зарубежных организациях геофизического и космического профилей.

**Наиболее важными являются работы:**

1. Klimushkin, D.Yu. Parallel structure of Pc1 ULF oscillations in multi-ion magnetospheric plasma at finite ion gyrofrequency / Dmitri Yu. Klimushkin, Pavel N. Mager, Olga S. Marilovtseva (Mikhailova) // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. — 2010. — Vol. 72. — P. 1327–1332.
2. Mikhailova, O.S. Pc1-pulsations: the parallel structure in the plasma with the admixture of the heavy ions / Olga Mikhailova, D.Yu. Klimushkin, P.N. Mager // Advances in Astronomy and Space Physics. — 2012. — Vol. 2. — P. 88–90.
3. Mikhailova, O.S. The spatial structure of ULF-waves in the equatorial resonator localized at the plasmopause with the admixture of the heavy ions / Olga S. Mikhailova // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. — 2014. — Vol. 108. — P. 10–16.

**На диссертацию и автореферат поступили отзывы:**

1. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. О.А. Похотеловым, профессором, заведующим лабораторией геоэлектродинамики Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики Земли им.



О.Ю. Шмидта Российской академии наук. Отзыв положительный. Замечаний нет.

2. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. О.К. Черемных, заместителем директора Института космических исследований Национальной академии наук Украины и Государственного космического агентства Украины. Отзыв положительный, замечаний нет.

3. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Д.Г. Баишевым, и.о. зав. лабораторией магнитосферно-ионосферных исследований Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук. Отзыв положительный. Сделано замечание:

– Не дана расшифровка аббревиатуры "ВКБ-приближение".

4. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. А.В. Моисеевым, заместителем директора по научной работе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук. Отзыв положительный. В качестве замечаний отмечено:

– Неверно указан период колебаний  $P_{c1}$ , который составляет 0.2-5 с, а не 1-5 с, как написано на стр.3 автореферата.

– Согласно ГОСТу слово "рисунок" в подписи пишется полностью без сокращений.

– Могу предположить, что данная работа поддержана каким-либо научным фондом и в этом случае диссертанту следовало бы упомянуть о такой поддержке. Это обстоятельство немаловажно, поскольку результаты исследований, полученные в ходе выполнения проектов, проходят независимую экспертизу.

5. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н., А.Г. Демеховым, доцентом, главным научным сотрудником Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Полярного геофизического института» Отзыв положительный. В качестве замечаний отмечено:

– Научное положение 1 сформулировано в слишком общем виде, не подчеркивающим оригинальное содержание: действительно, формирование приэкваториального резонатора для ионно-циклотронных волн обсуждалось и в более ранних работах других авторов, ссылки на которые имеются в тексте.

– Научное положение 3 содержит утверждение о том, что "продольный и поперечные размеры резонатора для колебаний  $P_{c1}$  ... определяются относительной плотностью тяжелых ионов в магнитосферной плазме"; вместе с тем, эта зависимость совсем не обсуждается в обзоре содержания работы. Более того, при изложении раздела 3.4 диссертации указывается, что для основной моды колебаний координаты точек поворота находятся на расстоянии  $0.77R_E$  от экватора. Непонятно, реализуется ли эта оценка при некотором частном наборе параметров или является универсальной.

– Возбуждение колебаний в резонаторе: в главе 3 содержится утверждение о том, что "все гармоники в резонаторе возбуждаются одновременно, в результате

чего возникают биения, создавая волновые формы, похожие на форму "жемчужин"  $Pc1$ ". Вместе с тем, вопросы возбуждения колебаний в работе не рассматриваются. Поэтому вынесение данного утверждения в перечень основных результатов работы не оправдано.

– Связь результатов различных глав: В главе 1 рассмотрены колебания с квазипоперечным, а в главе 3 — с квазипродольным направлением распространения. К сожалению, в автореферате отсутствует обсуждение вопросов о том, какое из приближений лучше описывает те или иные условия в магнитосфере, и как различаются параметры собственных колебаний в этих случаях.

6. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. В.М. Накаряковым, профессором центра ядерного синтеза, космической физики и астрофизики физического факультета университета Ворики, Ковентри, Великобритания. Отзыв положительный. В качестве замечаний отмечено:

– В автореферате справедливо подчеркивается применимость полученных теоретических результатов к исследованиям процессов в магнитосфере Меркурия, которые будут проводиться с будущим. В то же время, верификация полученных моделей могла бы быть проведена с помощью наблюдательных данных уже полученных в магнитосферах Юпитера и Сатурна. По моему мнению, это могло бы стать интересной темой для будущего исследования.

– В подразделе 3.1 хотелось бы видеть больше специфики: о каких конкретно "тяжелых ионах" идет речь? Предполагается ли, что распределение плотности тяжелых ионов в пространстве совпадает с распределением плотности протонов? Какова роль отношения электрического заряда к массе в учитываемом типе ионов?

– Из автореферата не понятно, рассматривался ли в работе эффект относительного движения протонной и ионной популяций (эффект "стриминга"). Если нет, то учет данного эффекта мог бы быть весьма интересным продолжением проведенного исследования.

– В Заключение, я бы предложил указать известны ли специфические наблюдаемые эффекты, которые описываются данной новой теорией лучше, чем до нее.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** тем, что оппоненты являются известными и авторитетными учеными в области физики магнитосферы и физики плазмы, выполняли работы, связанные исследованием геомагнитных пульсаций и ионов в плазме, а в ИФЗ РАН на протяжении десятилетий ведутся исследования геомагнитных пульсаций и физики магнитосферы, что непосредственно связано с темой диссертационной работы.

**Диссертационный совет отмечает**, что на основании выполненных соискателем исследований:

– Разработана аналитическая модель экваториального резонатора для квазипоперечных альфвеновских волн в магнитосфере в присутствии примеси



тяжелых ионов, которая позволяет проводить аналитическое исследование структуры и спектра существующих в нем колебаний. Модель учитывает неоднородность параметров плазмы вдоль магнитных силовых линий, и в радиальном направлении.

– Предложен метод аналитического решения задачи о формировании волнового пакета пульсаций  $Pc1$  в виде суперпозиции собственных гармоник экваториального резонатора. Показано, что для квазипродольных волн поперечный и продольный размеры резонатора определяются плотностью тяжелых ионов.

– Доказано, что наличие примеси тяжелых ионов в плазме магнитосферы приводит к появлению областей непрозрачности для волн диапазона  $Pc1$ . Волны оказываются запертыми в резонаторе в экваториальной области.

**Теоретическая значимость исследования** обоснована тем, что:

– Получены аналитические выражения, описывающие пространственную структуру и спектр частот собственных колебаний экваториального резонатора для квазипродольных и квазипоперечных волн диапазона  $Pc1$  в магнитосферной плазме, обогащенной примесью тяжелых ионов.

– Теоретически исследованы локализованные вблизи ионосферы дополнительные области прозрачности для квазипоперечных альфвеновских волн, рассмотрен процесс проникновения колебаний из области резонатора в приионосферные области.

**Практическое значение** полученных соискателем результатов заключается в том, что на основе разработанной теоретической модели можно объяснять пространственно-временную структуру пульсаций  $Pc1$ , регистрируемых космическими аппаратами.

**Достоверность полученных результатов**, представленных в данной диссертационной работе, обусловлена использованием современных методов математического исследования. Результаты работы согласуются с результатами предшествующих исследований, а в некоторых предельных случаях они описываются известными аналитическими выражениями. Численные оценки частот колебаний  $Pc1$  и местоположения областей прозрачности на силовой линии согласуются с данными наблюдений, полученных на космических аппаратах.

**Личный вклад соискателя:** Решение задач, поставленных и выполненных в данной диссертационной работе, получено лично автором либо при его непосредственном участии. Все аналитические выкладки и численные оценки выполнены диссертантом лично. Автор принимала участие в обсуждении и интерпретации полученных результатов, подготовке статей для публикации, и представляла устные и стендовые доклады на конференциях.

На заседании 14 ноября 2017г. диссертационный совет принял решение присудить Михайловой О.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20

человек, из них 6 докторов наук по специальности физика атмосферы и гидросферы, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 20 человек, против 0 чел., недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета Д 003.034.01,  
академик



Жеребцов Г.А.

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 003.034.01,  
кандидат физико-математических наук

Поляков В.И.

14 ноября 2017 г.