

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.197.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ОРДЕНА ТРУДОВОГО
КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ИНСТИТУТА СОЛНЕЧНО-ЗЕМНОЙ ФИЗИКИ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 23 января 2024 г. № 2

О присуждении Рубцову Александру Валерьевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Особенности поляризации и пространственного распределения ультранизкочастотных волн в магнитосфере Земли по данным космических аппаратов» по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия» принята к защите 20 ноября 2023 г. (протокол заседания № 20) диссертационным советом 24.1.197.01 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук, 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, д. 126А, а/я 291, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ № 91нк от 26 января 2023 г.

Соискатель Рубцов Александр Валерьевич, 11 августа 1996 года рождения, в 2020 году окончил Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет», с 2020 по 2024 год обучается в очной аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук по специальности 03.06.01 «Физика и астрономия» (профиль — Радиофизика). В настоящее время

Рубцов А.В. работает в должности младшего научного сотрудника в Лаборатории изучения плазменно-волновой структуры магнитосферы в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Институте солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук (ИСЗФ СО РАН).

Диссертация выполнена в Лаборатории изучения плазменно-волновой структуры магнитосферы в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Ордена Трудового Красного Знамени Институте солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук.

Научный руководитель – Климущкин Дмитрий Юрьевич, кандидат физико-математических наук, ИСЗФ СО РАН, Лаборатория изучения плазменно-волновой структуры магнитосферы, ведущий научный сотрудник.

Официальные оппоненты:

1. Паперный Виктор Львович, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет», заведующий кафедрой общей и космической физики;

2. Козырева Ольга Васильевна, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории физики околоземного пространства (№402);

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН, г. Москва) в своем положительном отзыве, подготовленном старшим научным сотрудником отдела физики космической плазмы (54), доктором физико-математических наук, профессором Пилипенко Вячеславом Анатольевичем и утвержденном Директором ИКИ РАН, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН Петруковичем Анатолием Алексеевичем, указала, что диссертация является

законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, соответствует всем критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, и её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 «Физика космоса, астрономия».

Соискатель имеет 11 публикаций, в том числе по теме диссертации опубликовано 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, включенных в список ВАК или в международные реферативные базы данных Scopus и Web of Science, опубликовано 9 работ.

В этих работах представлены подробные исследования частных случаев наблюдения дрейфово-компрессионной и альфвеновской волны космическими аппаратами, а также статистический анализ наблюдения ультранизкочастотных волн диапазонов Pc4 и Pc5 в магнитосфере Земли за четыре года, включая сопоставление полученных распределений и параметров волн с предсказаниями теории и предыдущими наблюдениями. В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных работах, вида, авторского вклада и объема научных изданий.

К наиболее значимым работам, в которые автор внес определяющий вклад, следует отнести:

1. **Rubtsov A.V.**, Agapitov O.V., Mager P.N., Klimushkin D.Yu., Mager O.V., Mozer F.S., Angelopoulos V. Drift resonance of compressional ULF waves and substorm-injected protons from multipoint THEMIS measurements // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. 2018. V. 123. P. 9406–9419. DOI: 10.1029/2018JA025985.

2. **Rubtsov A.V.**, Mikhailova O.S., Mager P.N., Klimushkin D.Yu., Ren J., Zong Q.-G. Multispacecraft observation of the presubstorm long-lasting poloidal ULF wave // *Geophysical Research Letters*. 2021. V. 48. e2021GL096182. DOI: 10.1029/2021GL096182.

3. **Rubtsov A.V.**, Nosé M., Matsuoka A., Shinohara I., Miyoshi Y. Polarization and spatial distribution features of Pc4 and Pc5 waves in the magnetosphere // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. 2023. V. 128. e2023JA031674. DOI: 10.1029/2023JA031674.

4. **Rubtsov A.V.**, Nosé M., Matsuoka A., Kasahara Y., Kumamoto A., Tsuchiya F., Shinohara I., Miyoshi Y. Plasmasphere control of ULF waves distribution at different geomagnetic conditions // *Journal of Geophysical Research: Space Physics*. 2023. V. 128. e2023JA031675. DOI: 10.1029/2023JA031675.

На диссертацию и автореферат **поступили отзывы:**

1. Отзыв на автореферат, подписанный д.ф.-м.н. Елизаветой Евгеньевной Антоновой, главным научным сотрудником Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Научно-исследовательского института ядерной физики имени Д.В. Скобельцына. Отзыв положительный, без замечаний.

2. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Владимиром Борисовичем Белаховским, старшим научным сотрудником Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Полярный геофизический институт». Отзыв положительный, без замечаний.

3. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Алексеем Владимировичем Моисеевым, заместителем директора по научной работе Института космофизических исследований и аэронавтики им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения Российской академии наук — обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук». Отзыв положительный, без замечаний.

4. Отзыв на автореферат, подписанный к.ф.-м.н. Дмитрием Игоревичем Завершинским, и.о. заведующего кафедрой физики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева». Отзыв положительный, без замечаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что оппоненты являются известными и авторитетными учеными в области физики космоса и физики плазмы и выполняли работы, близкие к проблеме исследования, а ведущая организация является одним из передовых мировых научных центров, проводящих комплексные исследования магнитосферы Земли, непосредственно связанные с темой диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **доказано**, что градиентная неустойчивость плазмы в магнитосфере приводит к генерации не только альфвеновских, но и дрейфово-компрессионных волн;

- **установлено**, что ультранизкочастотные волны диапазонов Pc4 и Pc5 не разделяются на отдельные кластеры в соответствии с поляризацией из-за разных источников энергии, как считалось ранее, а представляют собой единый кластер с распределением отношения амплитуд, близким к нормальному, максимум которого соответствует поперечным волнам с равной амплитудой колебаний в азимутальном и радиальном направлениях;

- **установлено**, что плазмопауза выступает в роли внутренней границы области генерации ультранизкочастотных волн диапазонов Pc4 и Pc5, то есть расширение плазмосферы в длительные периоды спокойной геомагнитной обстановки влечёт за собой уменьшение области генерации ультранизкочастотных волн, а сжатие плазмосферы при увеличении уровня геомагнитной активности приводит к увеличению области генерации волн.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- изучена возможность возбуждения дрейфово-компрессионных волн градиентной неустойчивостью при дрейфовом резонансе с протонами;
- изложены вероятные причины отсутствия отдельных кластеров волн диапазонов Pc4 и Pc5 в зависимости от поляризации;
- изложены факторы, влияющие на распределение волн диапазонов Pc4 и Pc5 в магнитосфере.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- создан каталог наблюдений ультранизкочастотных волн диапазонов Pc4 и Pc5 спутником Arase за четыре года;
- разработан метод для автоматического обнаружения ультранизкочастотных волн диапазонов Pc4 и Pc5 в данных космических аппаратов;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- установлено качественное и количественное согласие параметров наблюдаемых волн с параметрами альфвеновских и дрейфово-компрессионных волн по расчётам с использованием магнитогидродинамической и кинетической теории бесстолкновительной плазмы;
- использованы современные физические и статистические методы анализа спутниковых данных, включая одновременное использование данных нескольких космических аппаратов;
- использованы широко известные, откалиброванные и многократно проверенные научные инструменты на борту космических аппаратов миссий THEMIS, Van Allen Probes, GOES и Arase.

Личный вклад соискателя заключается в непосредственном решении научных задач, поставленных вместе с научным руководителем. Автор

проводил первичную обработку и анализ данных с космических аппаратов с использованием компьютерных программ собственной разработки, проводил расчёты по численным моделям и верификацию предсказаний моделей по наблюдательным данным. Автор принимал определяющее участие в интерпретации полученных результатов и подготовке публикаций в научных журналах, а также лично представлял результаты работы в виде докладов на научных конференциях.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Рубцов А.В. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию, пояснив используемые в работе методы, а также согласился с рядом замечаний.

На заседании 23 января 2024 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, имеющей значение для развития физики магнитосферы, присудить Рубцову А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия».

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 22 человека, в том числе 9 докторов наук по специальности 1.3.1 – «Физика космоса, астрономия», участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали:

за – 22 человека, против – 0 человек, недействительных бюллетеней – нет.

Зам. председателя
диссертационного совета 24.1.197.01,
чл.-корр. РАН



Медведев
Андрей Всеволодович

Ученый секретарь
диссертационного совета 24.1.197.01,
доктор физико-математических наук

Ясюкевич
Юрий Владимирович

23 января 2024 г.