

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.113.03, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ
ИНСТИТУТА КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА
НАУК**

аттестационное дело N _____

решение диссертационного совета от 11 марта 2021 г. N 1

О присуждении Царевой Ольге Олеговне, гражданину РФ, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Динамика заряженных частиц в геомагнитном поле в процессе его инверсии. Радиационная обстановка Земли и Европы — спутника Юпитера», по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика» принята к защите 26.11.2020 г. (протокол заседания N 12) диссертационным советом Д 002.113.03, созданным на базе Федерального государственного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук, 117997 г. Москва, ул. Профсоюзная 84/32, приказ N 156/нк от 01.04.2013 г.

Соискатель Царева Ольга Олеговна, 1992 года рождения.

В 2016 году соискатель окончила физический факультет Московского Государственного Университета им. М.В. Ломоносова; в 2020 году окончила аспирантуру Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН); работает младшим научным сотрудником Научно-образовательного центра Института космических исследований Российской академии наук (НОЦ ИКИ РАН).

Диссертация выполнена в отделе «Физики космической плазмы» Института космических исследований Российской академии наук.

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук Попов Виктор Юрьевич
профессор кафедры математики физического факультета МГУ им.

Ломоносова, ведущий научный сотрудник отдела «Физики космической плазмы» ИКИ РАН.

Официальные оппоненты:

Янке Виктор Гугович, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн имени Н. В. Пушкова РАН (ИЗМИРАН), заведующий отделом Космических лучей;

Семенов Владимир Семенович, доктор физико-математических наук, профессор Санкт-Петербургского государственного университета (СПбГУ), заведующий лабораторией Физики магнитосферы отдела Физики Земли,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта Российской академии наук (ИФЗ РАН), г. Москва, в своем положительном отзыве, составленном доктором физико-математических наук, профессором, заведующим лабораторией физики околоземной плазмы В.А. Пилипенко и подписанном директором ИФЗ РАН, членом-корреспондентом РАН С.А. Тихоцким, указала, что диссертация Царевой О.О. представляет собой важное научное исследование, отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней (утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842), а автор диссертации заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 Теоретическая физика.

Соискатель имеет **10** опубликованных работ, в том числе в рецензируемых журналах **10** работ, по теме диссертации опубликовано **6** работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано **6** работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Царева О.О., Попов В.Ю., Малова Х.В., Зеленый Л.М., Попова Е.П. & Подзолко М.В. 2018 Что ожидает человечество при инверсии магнитного поля Земли: угрозы мнимые и подлинные. Успехи физических наук **188** (2), 208-220.
2. Tsareva O.O. 2019 Generalization of Störmer Theory for an Axisymmetric Superposition of Dipole and Quadrupole Fields. Journal of Geophysical Research (Space Physics) 124, 2844-2853.
3. Tsareva O.O., Dubinin E.M., Malova H.V., Popov V.Yu. & Zelenyi L.M. 2020 Atmospheric escape from the Earth during geomagnetic reversal. Annals of Geophysics (Physics of the Atmosphere) **63** (2), PA222.
4. Царева О.О., Попов В.Ю., Малова Х.В., Зеленый Л.М., Попова Е.П. & Подзолко М.В. 2018 Моделирование взаимодействия галактических и солнечных космических лучей с магнитным полем Земли в процессе инверсии. Ученые записки физического факультета Московского университета (5), 1850305-1 – 1850305-8.
5. Царева О.О., Зеленый Л.М., Малова Х.В. & Попов В.Ю. 2020 Радиационные пояса в процессе инверсии магнитного поля Земли. Космические исследования **58** (4), 1-8.
6. Царева О.О., Попова Е.П., Попов В.Ю., Малова Х.В. & Зеленый Л.М. 2021 Моделирование распределения доз радиации электронов на поверхности спутника Юпитера Европы для различных моделей магнитного поля. Астрономический вестник **55** (4), 1-9.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации определялся их авторитетом в научном сообществе, компетентностью в теоретической физике, в физике Земли и физике космических лучей, которые подтверждаются публикациями в международных и российских журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Диссертантом разработана модель движения заряженных частиц в магнитосфере Земли, которая легко адаптируется для произвольной планеты. Модель позволяет получать спектры космических лучей при прохождении магнитосферы планеты, а также пространственное их распределение частиц на поверхности планеты.

Теория Штермера обобщена на случай суперпозиции аксиально-симметричных дипольно-квадрупольных магнитных полей. Аналитически исследовано движение заряженных частиц в модели геомагнитного поля, построенной диссертантом, определены их области захвата и жесткости обрезания. В рамках обобщенной теории исследована эволюция радиационных поясов Земли в процессе геомагнитной инверсии и нелинейная динамика плазменных популяций в областях захвата.

Модели диссипации атмосферы Земли обобщены на случай дипольно-квадрупольной магнитосферы. Получены аналитические оценки скоростей потерь атмосферных частиц. Показано, как скорости потерь ионов атмосферы меняются в зависимости от конфигурации и величины геомагнитного поля в процессе инверсии.

Построена модель распространения космических лучей в геомагнитном поле во время его инверсии. В рамках этой модели исследована радиационная обстановка на Земле и в околоземном пространстве. Получены оценки эффективных доз радиации и их распределение на Земле и на орбите МКС. Показано, что в момент инверсии средние дозы радиации на поверхности Земли увеличатся примерно в три раза по сравнению с уровнем 2015 года, а на орбите МКС — в 14 раз.

Построены модели распространения потоков заряженных частиц в электрических и магнитных полях Юпитера и Европы. В приближении предложенных моделей получены распределения доз радиации электронов и протонов радиационных поясов Юпитера на поверхности Европы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

В работе сделаны теоретические оценки возможного влияния инверсии магнитного поля Земли на уровень радиации, вызванный космическими лучами. Эти оценки не свидетельствуют о критическом повышении радиационного фона в атмосфере Земли и не предсказывают потерю значительной ее части в результате диссипации. В то же время, они показывают увеличение радиационного фона в космосе до опасного уровня в период геомагнитной инверсии. Теоретические оценки уровня радиации на поверхности Европы, выполненные в работе, могут быть полезны для планируемых в ближайшем будущем миссий на Европу.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Достоверность полученных результатов подтверждается строгостью и обоснованностью проведения теоретических выкладок. Все основные результаты работы и ее защищаемые положения подробно изложены в публикациях диссертанта в ведущих рецензируемых журналах, входящими в перечень ВАК и индексируемых научными базами Scopus, Web of Science, РИНЦ.

Личный вклад соискателя состоит в:

Диссертант принимал непосредственное участие в постановке задач, выборе методов исследования, выполнении теоретических выкладок и численных расчетов, анализе полученных результатов. Работа проводилась при поддержке и участии научного руководителя, коллег и соавторов. В работах по теме диссертации, где соискатель выступал первым автором, соискатель отвечал за подготовку публикации и за взаимодействие с редакцией и рецензентами.

На заседании 11 марта 2021 г. диссертационный совет принял решение присудить Царевой Ольге Олеговне учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 11 докторов наук по специальности 01.04.02, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту нет человек, проголосовали: за 23, против нет.

Зам. председателя диссертационного
совета Д 002.113.03

д.ф.-м.н.



Д.Р. Шкляр

И.о. ученого секретаря
диссертационного совета

д.ф.-м.н.

Е.Е. Григоренко

Дата оформления заключения 11 марта 2021 г.

Печать