

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 002.113.03 НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ИНСТИТУТА КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 28 июня 2018 г. протокол № 2 о присуждении Морозовой Татьяне Игоревне учёной степени кандидата физико-математических наук. Диссертация «Нелинейные эффекты в процессах зарядки пылевых частиц и в пылевой плазме в окрестностях Луны и Земли» по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика принята к защите «2» марта 2018 протокол № 1 диссертационным советом Д 002.113.03 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН), 117997, ГСП-7, Москва, Профсоюзная ул. д. 84/32, приказ Министерства образования и науки № 156/нк от 01.04.2013 о создании совета.

Соискатель Морозова Татьяна Игоревна, 1991г. рождения. В 2014 году соискатель окончила Московский физико-технический институт (Государственный университет) по специальности «Прикладные математика и физика», работает в ИКИ РАН с 2014 года. С 2014 по 2018 обучалась в очной аспирантуре Московского физико-технического института (Государственного университета). Диссертация выполнена в отделе «Космогеофизики» № 51 Института космических исследований РАН. Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор Попель Сергей Игоревич, ИКИ РАН. Научный консультант – кандидат физико-математических наук, Копнин Сергей Игоревич, ИКИ РАН.

Официальные оппоненты:

1. Борисов Николай Дмитриевич, доктор физико-математических наук, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн

имени Н.В. Пушкова РАН, главный научный сотрудник

2. Майоров Сергей Алексеевич, доктор физико-математических наук, доцент, Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН (ИОФАН), ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур РАН (ОИВТ РАН) в своём положительном заключении (заключение составлено Лисиным Евгением Александровичем, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником Лаборатории 1.2.1.2 ОИВТ РАН), подписанным директором ОИВТ РАН академиком РАН Петровым О.Ф., указала, что диссертационная работа Морозовой Т.И. «Нелинейные эффекты в процессах зарядки пылевых частиц и в пылевой плазме в окрестностях Луны и Земли» представляет собой «решение актуальной задачи разработки теории, описывающей нелинейные эффекты в процессах зарядки пылевых частиц и в пылевой плазме в окрестностях Земли и Луны, а также определения проявлений волновых процессов в окололунной плазме и в ионосфере Земли с точки зрения наблюдений. В целом, диссертационная работа Т.И. Морозовой удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, несомненно, заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика».

Соискатель имеет 8 опубликованных статей по теме диссертации общим объёмом 3.575 печатных листов. 6 из этих 8 статей, в которых представлены результаты диссертации, опубликованы в журналах, включенных в базу данных Web of Science, таким образом, одобрены ВАК для публикации результатов кандидатских диссертаций. Еще 2 статьи из этих восьми опубликованы в журналах из списка ВАК для публикации результатов кандидатских диссертаций. Личный вклад соискателя состоял в совместной с соавторами постановке задач, разработке методик и проведении аналитических и численных расчетов, интерпретации полученных

результатов и их публикации. В работах по теме диссертации, где соискатель был первым автором, соискатель отвечал за взаимодействие с редакторами и рецензентами.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. **Morozova T.I.**, Kopnin S.I., Popel S.I. Destruction of Microparticles Related to Dusty Plasma Processes and Possible Technological Applications // Problems of Atomic Science and Technology, Series: Plasma Physics. 2012. No. 6(82). P. 84-86. □
2. **Морозова Т.И.**, Копнин С.И., Попель С.И. О возможности управляемого разрушения микрочастиц плазменно-пылевыми методами // Труды МФТИ. 2013. Т. 5. № 2. С. 120-125. □
3. Копнин С.И., Попель С.И., **Морозова Т.И.** К вопросу о модуляционном возбуждении неоднородностей в плазме запыленной ионосферы // Физика плазмы. 2015. Т. 41. № 2. С. 188-194. □
4. **Морозова Т.И.**, Копнин С.И., Попель С.И. Волновые процессы в пылевой плазме у поверхности Луны // Физика плазмы. 2015. Т. 41. № 10. С. 867-876. □
5. Попель С.И., **Морозова Т.И.** Волновые процессы при взаимодействии хвоста магнитосферы Земли с пылевой плазмой у поверхности Луны // Физика плазмы. 2017. Т. 43. № 5. С. 474-484.
6. Копнин С.И., **Морозова Т.И.**, Попель С.И. Пылевые звуковые солитоны у поверхности Луны // Труды МФТИ. 2017. Т. 9. № 4. С. 867-876.
7. Kopnin S.I., **Morozova T.I.**, Popel S.I. Electron Beam Action and High Charging of Dust Particles // IEEE Transactions on Plasma Science. 2018. V. 46. Issue 4. P. 701-703.
8. Izvekova Yu.N., Popel S.I., **Morozova T.I.** Interaction of the Earth's Magnetotail with Dusty Plasma near the Lunar Surface: Wave Processes and Turbulent Magnetic Reconnection // IEEE Transactions on Plasma Science. 2018. V. 46. Issue 4. P. 731-736.

В дискуссии приняли участие академик РАН Л. М. Зелёный, д.ф.-м.н. Ерохин Н.С., д.ф.-м.н. Захаров А.В. (ИКИ РАН). Д.ф.-м.н. Захаров А.В. выступил в конце заседания при обсуждении текста заключения - в порядке продолжения дискуссии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации определился их авторитетом и компетентностью в теоретической физике и физике плазмы, которые подтверждаются публикациями в международных и российских журналах.

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

Предложен метод дробления пылевых частиц при воздействии на них жесткого рентгеновского излучения с учетом ионного тока, электронного тока, фотоэлектронного тока, а также обратного тока фотоэлектронов с пылевых частиц из окружающей плазмы. Предложено теоретическое описание процесса зарядки пылевых частиц высокоэнергетичным пучком электронов в плазме. Показано, что при этом существенное влияние на величину заряда пылевой частицы оказывает ток автоэлектронной эмиссии, приводящий к значительному снижению абсолютной величины отрицательного заряда на частице.

Показана возможность развития плазменных неустойчивостей, приводящих к возбуждению высокочастотных волн с частотами в диапазоне ленгмюровских и электромагнитных волн, в пылевой плазме у поверхности освещенной части Луны. Исследовано распространение пылевых звуковых солитонов в приповерхностной лунной плазме.

Предложено описание плазменных неустойчивостей, возникающих при взаимодействии хвоста магнитосферы Земли с пылевой плазмой у поверхности Луны. Изучена возможность установления развитой пылевой звуковой и ионно-звуковой плазменной турбулентности в различных областях взаимодействия хвоста магнитосферы Земли с пылевой плазмой у поверхности Луны. Для случаев ионно-звуковой и пылевой звуковой

турбулентности определены плотности энергии колебаний, эффективные частоты столкновений, а также возникающие в системе электрические поля.

Предложен механизм формирования неоднородностей концентрации электронов и ионов в запыленной ионосфере, связанный с развитием модуляционной неустойчивости электромагнитных волн и возбуждением пылевых звуковых возмущений. Показано, что данный механизм объясняет возможность возбуждения на высотах около 100 км достаточно интенсивных неоднородностей электронной и ионной концентрации, составляющих несколько процентов от невозмущенных значений.

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

Результаты диссертации могут быть использованы широким кругом специалистов, занимающихся изучением физических свойств пылевой плазмы. Методы, развитые в диссертации, могут быть полезны для дальнейшего развития теории волновых и нелинейных процессов в космической, лабораторной, околоземной и ионосферной пылевой плазме.

Вывод о существенном влиянии на величину заряда пылевой частицы тока автоэлектронной эмиссии в экспериментах по зарядке пылевых частиц высокоэнергетичным пучком электронов может оказать влияние на постановку будущих экспериментов по взаимодействию пылевой плазмы с пучками электронов и интерпретацию результатов этих экспериментов.

В диссертации приводится подробное описание волновых движений в пылевой плазме у поверхности Луны. Волновые процессы или те или иные их проявления могут повлиять на результаты измерений, осуществляемых с помощью аппаратуры, которую предполагается разместить на спускаемых аппаратах станций «Луна-25» и «Луна-27». Возможность возникновения волновых движений в приповерхностной лунной плазме должна быть учтена при обработке и интерпретации полученных данных.

Показанная возможность возбуждения интенсивных неоднородностей электронной и ионной концентраций в ионосфере Земли в несколько процентов на высотах около 100 км вследствие развития модуляционной

неустойчивости может объяснить пропадание радиосигналов на данных высотах и быть полезным специалистам по радиофизике и геолокации.

Диссертационный совет рекомендует использование и дальнейшее развитие научных положений и выводов, содержащихся в диссертации, для описания и формулировки экспериментальных исследований по пылевой плазме, которые уже проводятся и будут проводиться как в процессе подготовки будущих лунных миссий (в частности, «Луна-25» и «Луна-27»), так и непосредственно в их рамках.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

Научные положения и выводы, содержащиеся в диссертации, являются новыми, обоснованными и достоверными. Достоверность и обоснованность результатов диссертации подтверждается их соответствием с известными ранее данными экспериментов и наблюдений, а также согласием в соответствующих пределах и приближениях с теоретическими результатами, полученными ранее в частных случаях другими исследователями.

**Личный вклад соискателя состоит в том, что:**

Все результаты диссертации получены Морозовой Татьяной Игоревной лично или совместно с соавторами при ее непосредственном участии. Полученные результаты неоднократно докладывались на международных и всероссийских конференциях, были опубликованы в ведущих журналах.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, и принял решение присудить Морозовой Татьяне Игоревне учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.02, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета,

неустойчивости может объяснить пропадание радиосигналов на данных высотах и быть полезным специалистам по радиофизике и геолокации.

Диссертационный совет рекомендует использование и дальнейшее развитие научных положений и выводов, содержащихся в диссертации, для описания и формулировки экспериментальных исследований по пылевой плазме, которые уже проводятся и будут проводиться как в процессе подготовки будущих лунных миссий (в частности, «Луна-25» и «Луна-27»), так и непосредственно в их рамках.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

Научные положения и выводы, содержащиеся в диссертации, являются новыми, обоснованными и достоверными. Достоверность и обоснованность результатов диссертации подтверждается их соответствием с известными ранее данными экспериментов и наблюдений, а также согласием в соответствующих пределах и приближениях с теоретическими результатами, полученными ранее в частных случаях другими исследователями.

**Личный вклад соискателя состоит в том, что:**

Все результаты диссертации получены Морозовой Татьяной Игоревной лично или совместно с соавторами при ее непосредственном участии. Полученные результаты неоднократно докладывались на международных и всероссийских конференциях, были опубликованы в ведущих журналах.

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения учёных степеней, утверждённым постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, и принял решение присудить Морозовой Татьяне Игоревне учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 01.04.02, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета,

проголосовали: за присуждение учёной степени 16, против присуждения учёной степени 1, недействительных бюллетеней нет.

Председатель  
диссертационного совета Д 002.113.03  
академик



  
Л. М. Зелёный

Учёный секретарь  
диссертационного совета  
к.ф.-м.н.



Т. М. Буринская