

Отзыв

официального оппонента на диссертацию Т.И. Морозовой
“Нелинейные эффекты в процессах зарядки пылевых частиц и в пылевой
плазме в окрестностях Луны и Земли”,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

В диссертационной работе Т.И. Морозовой исследуются волновые процессы и нелинейные эффекты, а также процессы зарядки пылевых частиц в лабораторной пылевой плазме, в плазме запыленной ионосферы Земли и в окололунном пространстве.

Несомненный интерес к исследованию плазмы в настоящее время обусловлен прежде всего развитостью методов исследования лабораторной пылевой плазмы. Но пылевая плазма также широко распространена в природе. Она существует вблизи искусственных спутников Земли и Марса, в атмосфере Земли, в атмосфере Марса, в кольцах Юпитера и Сатурна, в окрестностях спутников планет (например, в приповерхностном слое Луны, вблизи Фобоса и Деймоса).

Для изучения процессов в ионосфере Земли и в окололунном пространстве оказывается возможным использовать теоретические методы исследования лабораторной пылевой плазмы, развитые, в основном, примерно за последние 25 лет. Актуальность темы диссертации обусловлена как новыми теоретическими возможностями исследования нелинейных процессов в лабораторной пылевой плазме, в пылевой плазме около Луны и в плазме запыленной ионосферы Земли, так и возможностями их практического применения. В частности, Т.И. Морозовой предложено объяснение возможности генерации неоднородности концентрации в ионосфере Земли, приведено описание процессов в окололунной пылевой плазме, которые следует учитывать при проведении экспериментов в рамках будущих лунных миссий.

Диссертация Т.И. Морозовой состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы.

Во введении сформулированы цели и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, показаны новизна и практическая значимость работы.

В первой главе представлен краткий обзор исследований по пылевой плазме. Акцент сделан на месте диссертации Т.И. Морозовой среди других исследований по данной тематике. Дан обзор работ других авторов, посвящённых исследованиям пылевой плазмы и нелинейных эффектов в природных плазменно-пылевых системах. Предлагается описание проявлений пылевой плазмы в ионосфере Земли, в окололунном пространстве, в туманностях, протопланетных дисках, комах комет, в атмосферах планет солнечной системы и в окрестностях их спутников. Затрагиваются процессы, связанные с заряженной пылью в ионосфере Земли (зеленые свечения, ионосферные шумы, инфразвук и т.д.). Приводится описание плазменно-пылевой системы у поверхности Луны.

Во второй главе диссертации приводится описание механизмов зарядки пылевых частиц. Продемонстрировано, что зарядка пылевых частиц под действием жесткого рентгеновского излучения осуществляется за счет ионного тока, электронного тока и тока фотоэлектронов, что может приводить к созданию достаточно высоких величин положительных зарядов на поверхности, при которых происходит разрушение частиц. Рассмотрена зарядка пылевых частиц высокоэнергетичным пучком электронов. Отмечается, что существенное влияние на величину заряда пылевой частицы оказывает ток автоэлектронной эмиссии. Дается обоснование того, что именно этот ток значительно снижает величину отрицательного заряда на пылевой частице. Данные, полученные в теоретических расчетах хорошо согласуются с проводимыми экспериментами по аномально высокой зарядке пылевых частиц, что подтверждает достоверность построенной теории. Обсуждаются примеры астрофизического применения процессов зарядки и дробления частиц.

Третья глава диссертации посвящена исследованию волновых процессов в пылевой плазме у поверхности Луны. Приводится описание вида функции распределения фотоэлектронов у ее поверхности. Анизотропия функции распределения приводит к развитию плазменных неустойчивостей и возбуждению высокочастотных волн с частотами в диапазоне ленгмюровских и электромагнитных волн. Показана возможность генерации линейных и нелинейных волн и рассмотрено распространение пылевых звуковых солитонов в пылевой плазме у поверхности Луны. Особо выделен случай нахождения Луны в хвосте магнитосферы Земли. В данной ситуации происходит интенсивное развитие ионно-звуковой и пылевой звуковой турбулентности, что приводит к возникновению турбулентных механизмов диссипации в системе. Вычисляются эффективные частоты столкновений,

характеризующие эти турбулентные механизмы диссипации, а также электрические поля, возникающие в системе при развитии турбулентности.

В четвертой главе предложено объяснение механизма формирования неоднородностей концентраций электронов и ионов в запыленной ионосфере, связанного с развитием модуляционного взаимодействия электромагнитных волн, сопровождаемого возбуждением возмущений, имеющих частоты в области пылевых звуковых волн. Показано, что в результате развития модуляционного взаимодействия на высотах 80 – 120 км возможно возбуждение достаточно интенсивных неоднородностей электронной и ионной концентраций, составляющих несколько процентов от невозмущенных значений.

Новизна научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, не вызывает сомнений. Основной материал диссертации полностью отражен в научных работах автора, опубликованных в печати.

Таким образом, в диссертации Т.И. Морозовой проведена большая и важная работа по исследованию нелинейных проявлений плазменно-пылевых процессов в лабораторной плазме, в которой осуществляется аномально высокая зарядка пылевых частиц, в пылевой плазме в ионосфере Земли и в окрестностях Луны. Однако, диссертация несвободна от недостатков.

Имеются, в частности, два замечания:

1) Автор в четвертой главе рассматривает влияние нелинейных эффектов на распространение электромагнитных волн в плазме запыленной ионосферы на высотах больше 80 км. При этом, фактически, не учитываются химические процессы в атмосфере, которые могут приводить к возникновению отрицательных ионов. Следовало бы оценить роль отрицательных ионов и их относительный вклад в зарядку пылевых частиц на рассматриваемых автором высотах.

2) В диссертации не всегда корректно описан вклад соискателя в представленных результатах, иногда по тексту складывается впечатление, что ранее эти задачи не рассматривались совсем.

Вышеприведенные замечания, однако, никоим образом не влияют на оценку диссертационной работы Т.И. Морозовой в целом, которая, безусловно, является положительной. Автор продемонстрировал высокий уровень владения аппаратом теоретической физики. Т.И. Морозова является сложившимся научным работником, способным к самостоятельным исследованиям.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы. Диссертация 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.

Официальный оппонент

Майоров Сергей Алексеевич, д.ф.-м.н., доцент, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН
119991, г. Москва, ул. Вавилова, 38.
тел: +7-499-135-02-47, mayorov_sa@mail.ru



С.А. Майоров

Подпись С.А. Майорова удостоверяю
Ученый секретарь ИОФ РАН им. А.М. Прохорова



С.Н. Андреев

Дата: 30 мая 2018 г.