

1. *Список авторов-сотрудников ИКИ РАН:*
Ю.С.Резниченко (НОЦ, 23 года), С.И.Попель, А.Ю.Дубинский, Ю.Н.Извекова

2. *Название:*
Цикл работ о пыли и пылевой плазме в ионосферах Марса и Земли

3. *Ссылки на публикации:*

а) А. Ю. Дубинский, Ю. С. Резниченко, С. И. Попель, К вопросу о формировании и эволюции плазменно-пылевых структур в ионосферах Земли и Марса // Физика плазмы. 2019. Т. 45. № 10. С. 913-921.

б) Yu. S.Reznichenko, A. Yu.Dubinskii, and S. I. Popel, On dusty plasma formation in Martian ionosphere // Journal of Physics: Conference Series. 2020. V.1556. P. 012072, doi:10.1088/1742-6596/1556/1/012072.

в) Ю.Н.Извекова, Ю.С. Резниченко, С.И. Попель, О возможности существования пылевых звуковых возмущений в ионосфере Марса // Физика плазмы. 2020. Т.46. №12, в печати.

4. *Общая формулировка научной проблемы и её актуальность:*

Проблема изучения мелкодисперсных пылевых частиц пыли и пылевой плазмы в ионосферах Марса и Земли. Актуальность данной научной проблемы обусловлена, в частности, существенным интересом к исследованиям атмосферы Марса (работа миссий MarsExpress, EchoMars Trace Gas Orbiter и др.), т.к. комплексное изучение влияния мелкодисперсных частиц пыли и пылевой плазмы на динамику марсианской ионосферы необходимо, в частности, для разработки новых экспериментальных методов исследования планеты, моделирования эволюции плазменно-пылевой компоненты атмосферы Марса, а также адекватной обработки и интерпретации данных наблюдений. Исследования ионосферы Земли, кроме собственной научной значимости, полезны с точки зрения развития методов исследований пыли и пылевых частиц в ионосферах других планет, в том числе, и Марса.

5. *Конкретная решаемая в работе задача и её значение:*

а) Описание частиц пыли и основных свойств пылевой плазмы в ионосферах Марса и Земли;

б) Описание образования слоистой структуры в результате эволюции пылевого облака зародышей в ионосферах Марса и Земли;

в) Изучение возможности возбуждения пылевых звуковых волн в ионосфере Марса;

г) Исследование пылевых звуковых солитонов, распространяющихся в ионосфере Марса в плазменно-пылевых облаках.

Значимость задач обусловлена тем, что их решение позволяет расширить представления о плазменно-пылевых процессах, происходящих в ионосфере Марса и влияющих на динамику марсианской ионосферы. Данные задачи также актуальны для разработки новых экспериментальных методов исследования

планет, моделирования эволюции плазменно-пылевой компоненты атмосферы Марса, адекватной обработки и интерпретации данных наблюдений.

Работы представленного цикла включают в себя статьи, содержащие новые оригинальные результаты.

6. Используемый подход, его новизна и оригинальность:

Теоретические исследования и численное моделирование с опорой на данные наблюдений. Применялись методы физической кинетики, нелинейной физики, теории пылевой плазмы, теории солитонов.

7. Полученные результаты и их значимость:

а) Представлена самосогласованная модель формирования и эволюции плазменно-пылевых структур в ионосферах Марса и Земли. Показано, что в рамках данной модели возможно описание в марсианской ионосфере облаков, сформированных в пересыщенном углекислом газе и аналогичных серебристым облакам и полярным мезосферным радиоотражениям в земной ионосфере. Получены теоретические значения характерных размеров пылевых частиц, а также их зарядов, согласующиеся с данными наблюдений.

б) В рамках представленной модели проиллюстрировано образование слоистой структуры в результате эволюции пылевого облака в ионосфере Земли, обусловленной расщеплением первичного облака зародышей и характеризуемой скоплением пылевых частиц на высотах, соответствующих серебристым облакам и полярным мезосферным радиоотражениям. Полученное теоретическое значение характерного времени формирования слоистой структуры соответствует результатам наблюдений.

в) Показано, что горизонтальные ветры в ионосфере Марса на начальном этапе их взаимодействия с плазменно-пылевыми облаками на высотах около 100 км приводят к появлению условий для возбуждения пылевых звуковых волн. Найдены закон дисперсии пылевых звуковых волн и инкремент их раскачки в рассматриваемых условиях.

г) Исследованы пылевые звуковые солитоны, распространяющиеся в ионосфере Марса в плазменно-пылевых облаках на высотах около 100 км. Показано, что рост концентрации пылевых частиц или же уменьшение концентрации электронов на порядок величины приводят к увеличению амплитуды пылевого звукового солитона примерно на порядок величины.

В статьях цикла приводится описание пыли и пылевой плазмы в ионосферах Марса и Земли. Результаты, полученные в работах цикла, позволяют расширить представления о плазменно-пылевых процессах, происходящих в ионосфере Марса, и пылевой плазме вообще. Решение представленных задач позволяет учесть влияние мелкодисперсных частиц пыли и пылевой плазмы на динамику марсианской ионосферы, а также необходимо для адекватного анализа имеющихся и будущих наблюдений.