

## Аннотация

1. В. Н. Ермаков, Л. М. Зеленый, О. Л. Вайсберг, Е. А. Семенцов, Э. М. Дубинин, J. E. P. Connerney, С. Д. Шувалов
2. Первичный анализ потоков ионов в хвосте Марса по данным одновременных измерений на спутниках MARS EXPRESS И MAVEN
3. АСТРОНОМИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК, 2017, том 51, № 5, с. 367–375
4. Одним из интригующих вопросов в исследовании планет Солнечной системы является изменение климата на Марсе, в том числе механизмы потери планетой воды. В настоящее время потери атмосферы Марса, индуцированные солнечным ветром, рассматриваются как наиболее существенный фактор изменения климата на Марсе. Кроме этого, наблюдения за звездами указывают на значительно большую величину солнечной активности в прошлые эпохи, и возможно большее влияние на атмосферные потери.
5. Для оценки полной величины атмосферных потерь и учета влияния на нее более активного Солнца в прошлые эпохи необходимо исследование структуры потоков убегающих ионов, в том числе для различного состояния солнечного ветра.
6. Поскольку планетные ионы ускоряются полем  $E = -[\mathbf{V} \times \mathbf{B}]$ , связанным с движущимся со скоростью  $\mathbf{V}$  магнитным полем  $\mathbf{B}$  солнечного ветра, а также дрейфом магнитных силовых трубок вокруг планеты, структура потоков убегающих ионов определяется направлением межпланетного магнитного поля, вмороженного в солнечный ветер. Параметры солнечного ветра, в особенности его магнитного поля, очень изменчивы, и для анализа структуры потоков убегающих ионов предпочтительно использовать многоспутниковые измерения.  
В работе впервые проведен анализ структуры потоков убегающих планетных ионов по данным наблюдений на двух спутниках Марса за  $\sim 22$  месяца их совместной работы с 15 октября 2014 г. по 15 августа 2016 г. Были использованы интервалы времени, когда спутник Mars Express находился в магнитосфере Марса, а спутник MAVEN в солнечном ветре. Для каждого измерения потока убегающих тяжелых ионов на спутнике Mars Express в магнитосфере Марса. Для каждого измерения потока убегающих тяжелых ионов на спутнике Mars Express в магнитосфере Марса использовались измерения магнитного поля в солнечном ветре на спутнике MAVEN, проведенные ранее, в момент их захвата и инициации движения из области на дневной стороне около терминатора в сторону хвоста магнитосферы. Интервал времени, который использовался между измерением магнитного поля в солнечном ветре и измерением тяжелых ионов в хвосте, определялся длительностью движения планетных ионов, которая была рассчитана по измеренной скорости ионов в предположении равноускоренного движения.
7. На основании полученных распределений средних потоков тяжелых ионов в магнитосфере Марса для спокойных и возмущенных условий в солнечном ветре были сделаны следующие выводы.  
Показано, что в системе координат MSE, связанной с полем  $E = -[\mathbf{V} \times \mathbf{B}]$ , поток планетных ионов, захваченных солнечным ветром, в области терминатора и в ближнем магнитосферном хвосте, является асимметричным, так что наибольший поток наблюдается в высоких северных и южных широтах Марса системы координат MSE, где направление магнитных силовых трубок перпендикулярно их скорости. Это согласуется с ранее предложенной для Венеры моделью аккреционного хвоста, разработанной

соавторами работы в 1980 годах, объясняющей это явление асимметричной нагрузкой магнитных силовых трубок.

Показано, что в периоды возмущенных потоков солнечного ветра, определяемых по возрастающей и переменной величине потока и других параметров солнечного ветра, суммарно за указанный период величина потерь тяжелых атмосферных ионов увеличивается примерно в 1.5 раза, преимущественно за счет ионов ионосферного происхождения.

Полученные результаты свидетельствуют об общем характере образования магнитосфер у планет, не обладающих собственным магнитным полем, и показывают, что источники энергии, связанные с Солнцем, оказывают различное воздействие на различные каналы атмосферных потерь.