

Авторы О.Л. Вайсберг, С.Д. Шувалов

Название статьи

Properties and Sources of the Dayside Martian Magnetosphere (Свойства и источники дневной магнитосферы Марса)

Ссылки на публикацию

O.L. Vaisberg, S.D. Shuvalov (2020). Properties and Sources of the Dayside Martian Magnetosphere, Icarus

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019103520304334?via%3Dihub>

<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2020.114085>

Общая формулировка научной задачи и её актуальность

Магнитосфера Марса была обнаружена в 1970х годах на спутниках Марса Марс-2,-3 и-5. Исследования на спутниках Марса Фобос-2. Продолжаются исследования на спутнике ESA Mars Express и с 2014 г. и ведутся исследования спутнике NASA MAVEN. Большое внимание уделяется исследованиям ночной магнитосферы и атмосферных потерь.

Научная задача нашего коллектива состоит в исследовании образования, характеристик и процессов дневной магнитосферы Марса. В работ (Vaisberg, Zelenyi, 1984) было показано, что при взаимодействии солнечного ветра с атмосферой планеты без собственного глобального магнитного поля (Венеры, которая в данном контексте близка к Марсу) дневная магнитосфера играет важную роль в образовании больших атмосферных потерь. Что касается дневной магнитосферы Марса, то небольшая толщина дневной магнитосферы (100—200 км), быстрое прохождение магнитосферы спутником и недостаточное быстроедействие плазменных приборов препятствовали исследованию дневной магнитосферы. Выведенный на орбиту спутник Марса MAVEN имеет плазменные приборы, позволяющие исследовать дневную магнитосферу.

Конкретная решаемая в работе задача и её значение

Конкретная задача, поставленная в данной работе, состояла в определении структуры дневной магнитосферы Марса и процесса ее образования. В настоящее время значительное число исследователей считает, что поток солнечного ветра непосредственно взаимодействует с ионосферой Марса. Наши предыдущие исследования Марса и Венеры давали серьезную основу для исследования дневной магнитосферы. Использование данных измерений на спутнике MAVEN давало возможность приступить к решению данной задачи: определения характеристик дневной магнитосферы и процесса ее образования. Это должно сделать важный шаг в исследовании: перейти от синтаксического подхода называть магнитосферу Марса индуцированной к выяснению природы ее образования.

Используемый подход, его новизна и актуальность

В данной работе впервые при исследовании дневной магнитосферы Марса был использован метод анализа функции распределения ионов в пространстве скоростей. Для этого было выбрано 38 пересечения спутником MAVEN дневной магнитосферы (чтобы избежать влияния магнитных аномалий, сконцентрированных на ночной стороне Марса) и проведено исследование функций распределения основных ионов магнитосферы: O^+ и O_2^+ . При этом можно было ожидать, что результаты этого исследования будут

актуальными, так как процесс образования дневной магнитосферы Марса может составить представление об образовании магнитосферы Марса как таковой.

Полученные результаты и их значимость

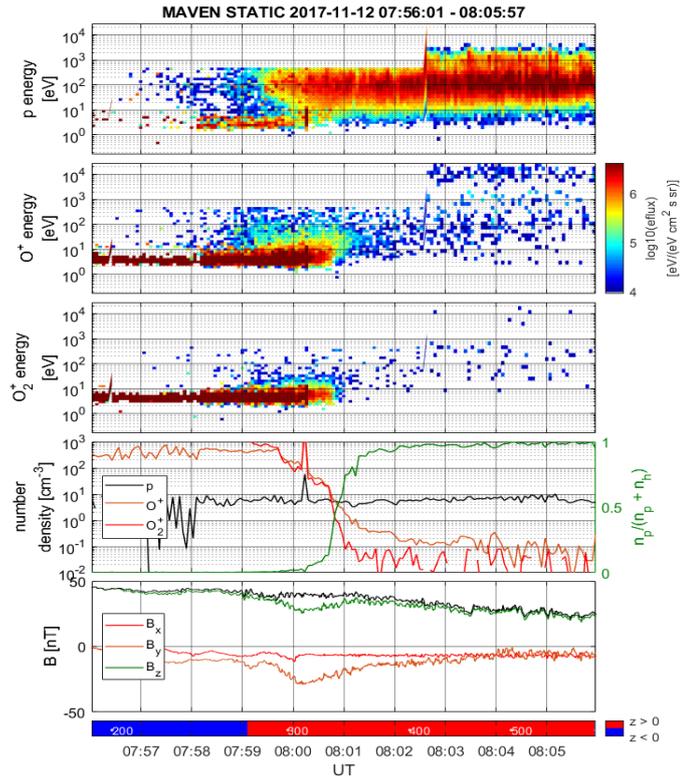
1. Между обтекающим Марс потоком термолизованным потоком плазмы солнечного ветра и дневной ионосферой существует слой, являющийся дневной магнитосферой Марса
2. Плазма в дневной магнитосфере состоит из двух популяций: разогретой ионосферной плазмы и пикап-ионов
3. Слой энергичных ионов пикапа совпадает со слоем разогретых ионосферных ионов, демонстрирует разогрев ионосферных ионов при взаимодействии этих ионных компонентов.

Полученные результаты впервые описывают характеристики и природу дневной магнитосферы, демонстрируя и ее целостность.

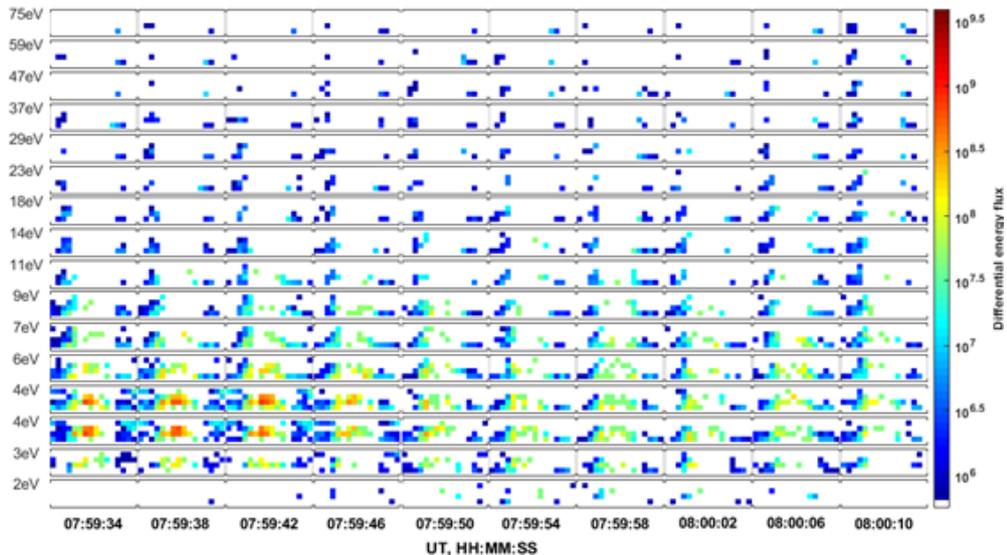
Литература

O. L. VAISBERG AND L. M. ZELENY, Formation of the Plasma Mantle in the Venusian Magnetosphere, ICARUS 58, 412-430 (1984)

Дополнение - иллюстрации

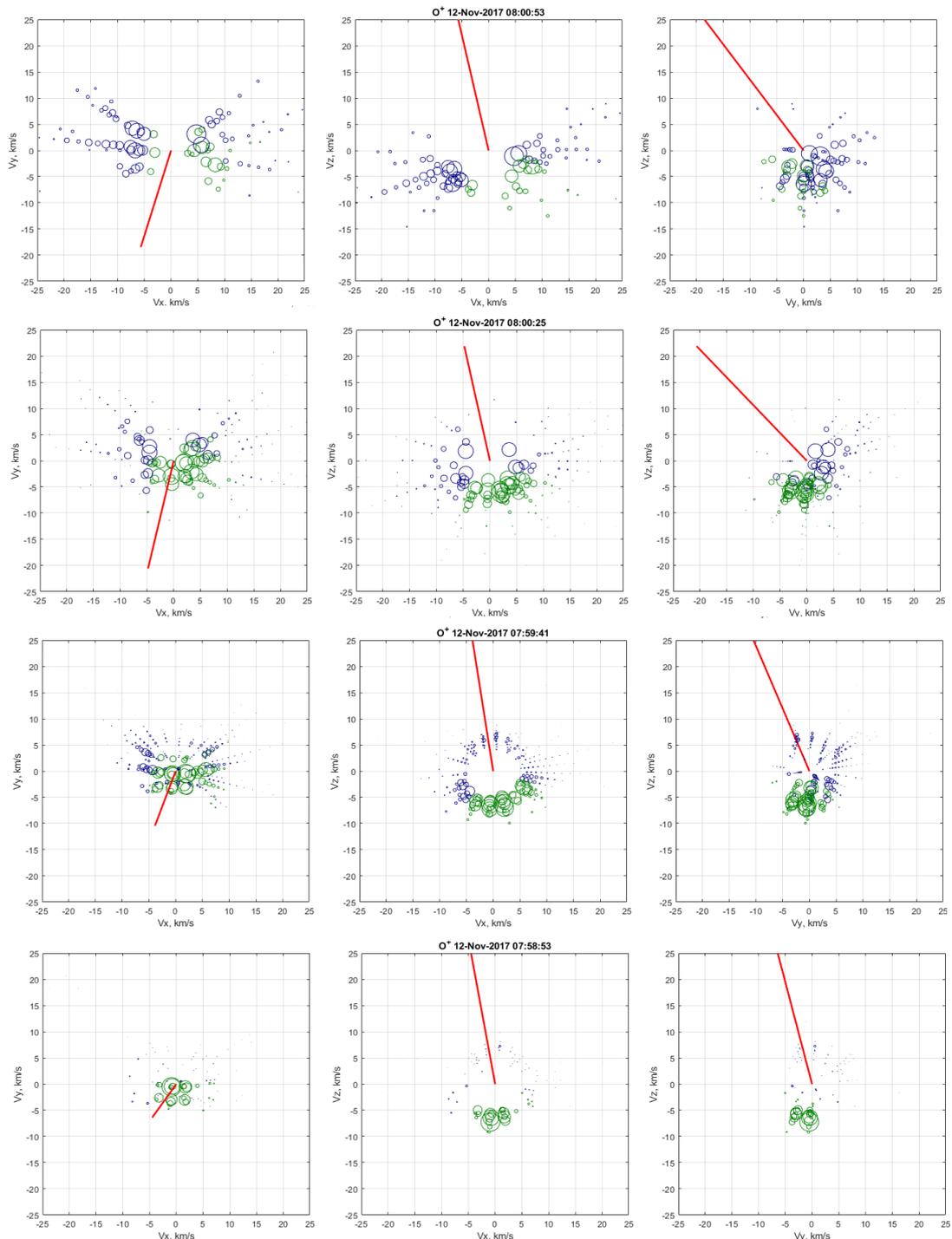


Данные MAVEN в окрестностях подсолнечной точки 12.10.2017. Сверху вниз: 1-3-диаграммы энергия-время ионов H^+ , O^+ и O_2^+ ; 4 – отношение плотности тяжелых ионов к суммарной плотности протонов к сумме плотностей O^+ и O_2^+ ; (зеленая линия, шкала и формула - справа); 5-компоненты магнитного поля его модуля (черная линия).

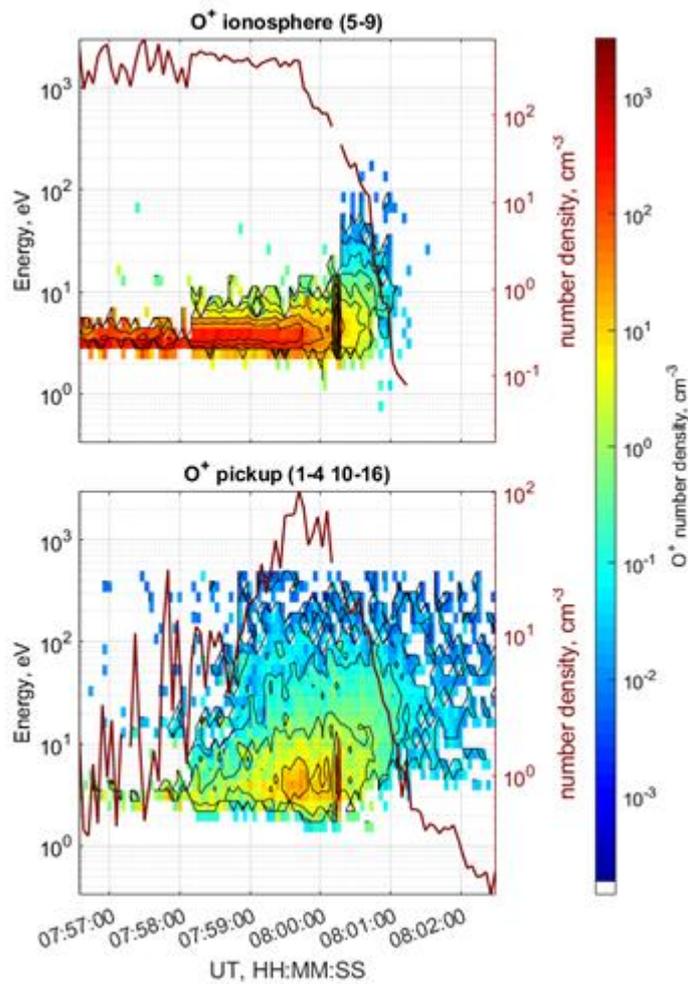


Угловое и энергетическое распределение дифференциального потока энергии ионов O^+ во временном интервале 07:59:34 – 08:00:10 UT 12 ноября 2017 года в диапазоне энергий от 3,0 эВ внизу до 75 эВ вверху. Функция распределения ионосферных ионов видна как компактные оранжевые и зеленоватые компактные пятна с энергиями 2-11 электронвольт.

Пикап ионы видны как 2 вертикальные полосы голубых пятен от 3 эВ до 75 эВ. Виден разогрев ионосферных ионов справа, ближе к магнитопаузе - границе обтекания.



Характерные распределения плотностей фазового пространства V_x - V_y , V_x - V_z и V_y - V_z ионов пикапа O^+ в магнитосфере (первый ряд сверху), немного ниже магнитопаузы (второй ряд), хорошо внутри магнитосферы (третий ряд) и один - близко к магнитопаузе. Синие круги предназначены для поглощения ионов, зеленые-для ионосферных ионов. процесс в направлении потока солнечного ветра к препятствию. Размеры окружностей показывают плотность пространственной фазы. Красные линии - проекции вектора магнитного поля



Спектрограммы плотности ионосферных ионов O^+ (вверху) и ионов пикапа (внизу) по измерениям энерго-масс-спектрометра STATIC (Рис. 1) с цветной шкалой справа.

Виден разогрев ионосферных ионов в течении всего времени регистрации ионов пикапа (внизу).

Полные плотности ионов ионосферы (вверху) и ионов пикапа (внизу) показана темно-красными линиями, наложенными на каждую панель (шкалы для этих графиков приведены справа).