



МЕЖПЛАНЕТНАЯ СРЕДА

Авторы: Ю. И. Ермолаев

МЕЖПЛАНЕТНАЯ СРЕДА, вещество и физич. поля, заполняющие пространство между планетами и др. телами Солнечной системы. М. с. простирается от [солнечной короны](#) до границ [гелиосферы](#) и включает [солнечный ветер](#), межпланетное магнитное поле, [космические лучи](#), нейтральный газ, межпланетную пыль и электромагнитное излучение.

Солнечный ветер состоит из электронов, протонов, α -частиц и др. ионов солнечного происхождения, а также т. н. захваченных ионов, образующихся из нейтрального компонента М. с. при её взаимодействии с излучением. На орбите Земли ср. концентрация частиц солнечного ветра составляет ок. 8 см^{-3} . Взаимодействие солнечного ветра с планетами и телами Солнечной системы определяет положение и состояние их внешних плазменных оболочек (т. н. космич. погоду).

Магнитное поле солнечной короны «вморожено» в плазму (см. [Космическая магнитогидродинамика](#)) и уносится солнечным ветром, образуя межпланетное магнитное поле, напряжённость которого на орбите Земли колеблется в пределах 10^{-3} – 10^{-1} А/м, макс. значения регистрируются в [корональных выбросах массы](#). Вращение Солнца приводит к тому, что силовые линии магнитного поля в стационарном солнечном ветре приобретают форму спирали. Вблизи плоскости эклиптики наблюдается гелиосферный токовый слой, разделяющий поля противоположной направленности. Этот слой имеет форму гофры, поэтому КА регистрируют секторную структуру магнитного поля: межпланетное магнитное поле в каждом секторе имеет одно и то же направление, а в соседних секторах – разное. За один оборот Солнца регистрируют 2, 4, реже 6 подобных секторов. В стационарном солнечном ветре вблизи солнечного экватора практически отсутствует компонент магнитного поля, направленный перпендикулярно плоскости эклиптики. Поэтому такой солнечный

ветер мало влияет на космич. погоду, все сильные возмущения магнитосферы Земли вызываются нестационарными типами солнечного ветра. В корональных выбросах массы силовые линии магнитного поля скручены и имеют вид жгута, один или оба конца которого соединены с Солнцем. В области, движущейся перед быстрым потоком солнечного ветра или выбросом корональной массы, исходное магнитное поле сжимается и деформируется при взаимодействии разл. структур солнечного ветра.

Космич. лучи (солнечного либо галактич. происхождения), входящие в состав М. с., имеют высокую энергию, но низкую концентрацию частиц, поэтому они не оказывают влияния на локальное состояние плазмы солнечного ветра и магнитного поля. Однако вблизи границ гелиосферы, где концентрация частиц солнечного ветра сильно падает, космич. лучи играют важную роль в процессах взаимодействия М. с. и межзвёздной среды. В состав солнечных космич. лучей входят протоны с энергией до нескольких сотен МэВ и электроны с энергией до нескольких десятков кэВ (в редких случаях – до нескольких МэВ). Галактич. космич. лучи рождаются за пределами гелиосферы и представляют собой полностью ионизованные ядра разл. элементов с энергией 10^8 – 10^{20} эВ. Эти лучи рассеиваются на неоднородностях межпланетного магнитного поля; их интенсивность, как правило, уменьшается при приближении к центру Солнечной системы (снижаясь особенно сильно при высокой активности Солнца). До орбиты Земли доходят только частицы наиболее высокой энергии (более нескольких сотен МэВ). Вблизи планет (особенно Юпитера и Сатурна) наблюдаются потоки частиц высокой энергии, возникающие у границ и внутри магнитосфер планет. Интенсивность этих потоков зависит от условий на планетах и часто изменяется с периодом вращения планет.

Гелиосфера движется через локальное межзвёздное облако, которое, согласно косвенным наблюдениям, представляет собой частично ионизованную межзвёздную среду с концентрацией частиц $0,2 \text{ см}^{-3}$ и темп-рой ок. 10^4 К . Нейтральный компонент этого облака беспрепятственно проникает внутрь гелиосферы и достигает области вблизи Солнца. Здесь происходит его эффективная ионизация при взаимодействии с солнечным излучением, а также изменение заряда частиц при взаимодействии с солнечным ветром и солнечными космич. лучами. Незначит. часть нейтрального

компонента М. с. образована атомами, покинувшими планеты и др. тела Солнечной системы.

Пылевой компонент М. с. состоит в осн. из заряженных частиц размером 10^{-9} – 10^{-6} м. Эти частицы образуют плазменно-пылевую среду (т. н. пылевую плазму). Более крупные частицы не могут рассматриваться как часть сплошной среды – они ведут себя как «частицы в плазме». Пылевой компонент М. с. заполняет гелиосферу крайне неравномерно и сосредоточен в осн. вблизи плоскости эклиптики в центр. части Солнечной системы. Распределение пылевого компонента в пространстве сильно зависит от размера пылинок: частицы размером 10^{-5} м наблюдаются на расстоянии 0,05 а. е. от Солнца в области, ограниченной гелиографич. широтами $\pm 30^\circ$, частицы размером менее 10^{-6} м – вплоть до полярных гелиографич. широт. На расстояниях более 3 а. е. от Солнца пылевой компонент практически не наблюдается. Осн. источником пыли в М. с. являются ядра комет и астероиды; наиболее мелкие частицы пыли под действием [Пойнтинга – Робертсона эффекта](#) приближаются к Солнцу и приобретают электр. заряд. Вблизи Солнца из-за высокой темп-ры происходит сублимация вещества с поверхности частицы пыли и, соответственно, уменьшение её размера. Пылевой компонент М. с. создаёт такие эффекты, как F-компонента солнечной короны и [зодиакальный свет](#).

Межпланетное пространство заполнено электромагнитным излучением, в осн. солнечного происхождения. Это излучение играет существенную роль в формировании и динамике захваченных ионов, нейтрального и пылевого компонентов М. с., а также является источником вторичного излучения, которое позволяет получать эксперим. данные о М. с. Более слабые потоки электромагнитных волн, входящих в состав М. с., генерируют планеты Солнечной системы, границы гелиосферы и др.

Литература

Лит.: Солнечная и солнечно-земная физика. Иллюстрированный словарь терминов. М., 1980; Плазменная гелиогеофизика: В 2 т. / Под ред. Л. М. Зеленого, И. С. Веселовского. М., 2008.

