

Табл. 2. — Энергетические характеристики земной магнитосферы

	Мощность или энергия
Энергия солнечного ветра, падающая на поперечное сечение магнитосферы в 1 с	$2 \cdot 10^{13}$ Вт
Энергия солнечного ветра, инжектируемая в магнитосферу в 1 с	$3 \cdot 10^{11}$ Вт
Мощность эл.-магн. излучения Солнца, падающая на поперечное сечение Земли	$2 \cdot 10^{17}$ Вт
Инжекция плазмы в магнитосферный кольцевой ток	$(2-100) \cdot 10^{10}$ Вт
Джоулев разогрев в ионосфере	$(5-100) \cdot 10^{10}$ Вт
Авроральная радиация (поток энергичных частиц, вторгающихся в верхнюю атмосферу)	$(4-10) \cdot 10^{10}$ Вт
Геомангнитные микропульсации (P_2, P_3)	$6 \cdot 10^9$ Вт
Авроральное километровое излучение	$2 \cdot 10^7$ Вт
Энергия магн. поля, запасённая в хвосте	$(3-30) \cdot 10^{15}$ Дж
Энергия энергичных частиц, запасённая в магнитосферном кольцевом токе	$(2-10) \cdot 10^{15}$ Дж

электронов с магнитосферной плазмой на авроральных силовых линиях на высотах 5000 км приводит к генерации аврорального километрового излучения (АКИ). Это интенсивное и спорадически возникающее излучение в километровом диапазоне на гирочастоте электронов (10^2-10^3 кГц) резко усиливается во время магнитосферных суббурь, достигая полной мощности 10^9 Вт. Помимо АКИ существует также непрерывное по спектру и во времени излучение. Интенсивность его в диапазоне $0,5-100$ кГц уменьшается к высоким частотам. Это нетепловое излучение генерируется вне плазмосферы на геоцентрич. расстояниях от 4 до $8 R_{\oplus}$ и является синхротронным излучением энергичных электронов в радиац. поясе.

Во время возмущений в М. З. возникает широкий спектр короткопериодич. колебаний геомагн. поля с периодами от 1 до 100 с. Наиб. кол-во энергии сосредоточено в колебаниях магн. поля с периодом в неск. десятков секунд и амплитудой $\sim 10^{-4}$ Гс.

Лит.: Сергеев В. А., Цыганенко Н. А., Магнитосфера Земли, М., 1980; Solar-terrestrial physics. Principles and theoretical foundations, ed. by R. L. Carovillano, J. M. Forbes, Dordrecht, 1983; Progress in solar-terrestrial physics, ed. by J. G. Roederer, Dordrecht — Boston, 1983; Achievement of the International magnetosphere study (I. M. S.), European Space Agency, 1984; Лайонс Л., Уильямс Д., Физика магнитосферы: количественный подход, пер. с англ., М., 1987.

А. И. Фельдштейн.

МАГНИТОСФЕРЫ ПЛАНЕТ. При обтекании планет солнечным ветром (СВ) могут возникать магнитосферы (М.) разл. типов (в зависимости от природы препятствия, создаваемого планетой для СВ).

Собственная М. В тех случаях, когда планета обладает магн. моментом, достаточно большим для того, чтобы давление собств. магн. поля уравновесило динамич. давление СВ за пределами ионосферы, образуется собств. М. — область в межпланетном пространстве, свободная (в первом приближении) от СВ и содержащая линии магн. поля, выходящие из планеты (см. рис. 1 в ст. *Магнитосфера Земли*). Собств. М. обладают Земля, Меркурий, Юпитер, Сатурн, Уран.

Наведённая, или индуцированная М. В тех случаях, когда собств. магн. поле незначительно и планета имеет достаточно плотную ионосферу, при контакте СВ с ионосферой в ней, под действием лоренцева электрич. поля $E = -[vB]/c$ (v и B — скорость и магн. поле СВ), возбуждаются электрич. токи. Магн. поле этих токов и образует наведённую М. Таким М. обладают Венера и кометы.

Комбинированная М. Если собств. магн. поля планеты недостаточно для того, чтобы своим давлением предотвратить контакт СВ с ионосферой, но его величина соизмерима с величиной наведённого магн. поля, возникает комбиниров. М. Возможно, что М. такого типа обладает Марс.

М. всех трёх типов являются препятствием для сверхзвукового и сверхальвеновского СВ, и перед ними возникает бесстолкловит. ударная волна. Если небесное тело не имеет ни собств. магн. поля, ни ионосферы, то заряж. частицы СВ беспрепятственно достигают поверхности тела и рекомбинируют на ней. В результате позади тела возникает полость, ограниченная *Маха конусом*. Так взаимодействуют с СВ Луна и, вероятно, большинство астероидов.

М. Меркурия была открыта в 1974 при пролётах около планеты автоматич. межпланетной станции (АМС) «Маринер-10». Магнитосфера Меркурия невелика (см. табл.), но в ней имеются все осн. черты собственной М., за исключением плазмосферы и радиац. пояса (определения этих и др. терминов см. в ст. *Магнитосфера Земли*). Плазмосфера отсутствует, т. к. у Меркурия нет заметной ионосферы, а отсутствие радиац. пояса объясняется тем, что область замкнутых магн. силовых линий мала и токовый слой магн. хвоста начинается почти от поверхности планеты. В М. Меркурия были обнаружены быстрые перестройки конфигурации магн. поля с характерным временем 1 мин, к-рые были интерпретированы как суббури.

Основные параметры магнитосфер планет

Планета	Тип магнитосферы	Магнитный момент, Гс·см ³	Ориентация	Радиус Чепмена—Феррара, км
Меркурий	собственная	$4,9 \cdot 10^{22}$	$14^\circ+$	$2,56 \cdot 10^3$
Венера . . .	наведённая	$1 \cdot 10^{22}$	—	$7 \cdot 10^3$
Земля . . .	собственная	$8,1 \cdot 10^{23}$	$11,7^\circ+$	$4 \cdot 10^4$
Марс . . .	комбинированная	$1 \cdot 10^{22}$	$15^\circ+?$	$(3,8-4) \cdot 10^4$
Юпитер . .	собственная	$1,6 \cdot 10^{30}$	$9,6^\circ-$	$4,3 \cdot 10^6$
Сатурн . . .	—	$4,4 \cdot 10^{28}$	$1^\circ-$	$1,3 \cdot 10^6$
Уран	—	$4 \cdot 10^{27}$	$60^\circ-$	$4,7 \cdot 10^6$

М. Венеры. Первые исследования взаимодействия СВ с Венерой были выполнены в 1967 на АМС «Венера-4» и «Маринер-5», к-рые не обнаружили следов собств. магн. поля Венеры и позволили лишь установить верх. предел для магн. момента планеты. АМС «Венера-9,-10» в 1976 обнаружили протяжённый магн. хвост, топология к-рого наминает топологию хвоста собств. М., но ориентация магн. поля в нём полностью определяется межпланетным магн. полем (ММП). Наведённая М. Венеры была подробно исследована АМС «Венера-9,-10» и «Пионер — Венера». Её конфигурация изображена на рис. 1. На дневной стороне индуцированные в ионосфере лоренцевские электрич. токи экранируют её от проникновения ММП (магн. поле в ионосфере $\sim 10^{-5}$ Гс). Ионосфера имеет резкую границу — ионопаузу, и перед ней поле лоренцевых токов создаёт магн. барьер ($\approx 8 \times 10^{-4}$ Гс), к-рый тормозит плазму СВ. Отд. силовые трубки из магн. барьера могут проникать внутрь ионосферы, где в них возбуждается продольный ток, в результате к-рого трубки сворачиваются в магн. жгуты. На ночной стороне линии магн. поля, обгибая ионосферу, вытягиваются в направлении от Солнца, образуя магн. хвост. Ориентация токового слоя в этом хвосте определяется направлением ММП. Такой механизм образования наведённой М. при взаимодействии потока замагниченной плазмы с плазменным препятствием был предложен Х. Альвеном

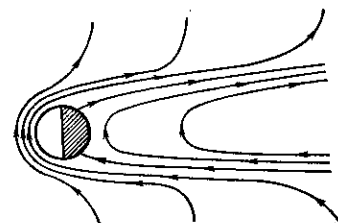


Рис. 1. Наведённая магнитосфера Венеры. Показаны линии магнитного поля, обволакивающие ионосферу.